Schutzeinrichtungen von Früchten und Samen gegen die Einwirkung fliessenden Meerwassers.

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
der
hohen philosophischen Fakultät
der
Georg-August-Universität zu Göttingen
vorgelegt von

Walter Wilhelm Rode
aus Wüstewaltersdorf (Bez. Breslau).

Gleiwitz 1913.
Druck von Neumanns Stadtbuchdruckerei.

Angenommen von der math.-naturwissenschaftlichen Abteilung.

Tag der mündlichen Prüfung: 7. Juli 1913.

Referent: Herr Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. A. Peter.

Meinen lieben Eltern!

Literaturverzeichnis.

1) J. J. Attema: De zaadhuid der Angiospermae en Gymnospermae en hare ontwikkeling. — Diss. Groningen 1901.

2) Ew. Bachmann: Die Entwickelungsgeschichte und der Bau der Samenschale der Scrophularineen. Diss. Leipzig, Halle 1880.

3) S. Birger: Ueber den Einfluß des Meerwassers auf die Keimfähigkeit der Samen. Beih. z. Bot. Centrlbl. XXI, I. Abt. 1907.

4) A. C. Copper: Beiträge zur Entwickelung der Samen und Früchte offizineller Pflanzen. Diss. Bern 1909.

5) Dr. J. F. Fickel: Ueber die Anatomie und Entwickelungsgeschichte der Samenschalen einiger Cucurbitaceae. Bot. Ztg. 1876.

6) Harz: Landwirtschaftliche Samenkunde.

7) v. Höhnel: Morphologische Untersuchungen über die Samenschale der Cucurbitaceae und einiger verwandter Familien. Sitz. — Ber. d. math. nat. Cl. d. Kais. Ac. d. W. Wien 1876.

8) W. Hofmeister: Ueber die zu Gallerte aufquellenden Zellen der Außenfläche von Samen und Pericarpien. Ber. über die Verhandl. kgl. sächs. Ges. d. Wiss. zu Leipzig 1858 I.

9) J. Holfert: Die Nährschicht der Samenschalen. Dissertation Erlangen 1891.

10) G. Kaiser: Beiträge zur Kenntnis der Entwickelungsgeschichte der Samen. Diss. Rostock, Berlin 1899.

11) G. Kraus: Ueber den Bau trockener Pericarpien. Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. V, Leipzig 1866/67.

12) F. Kudelka: Ueber die Entwickelungsgeschichte und den Bau der Frucht und Samenschalen unserer Cerealien. Diss. Berlin 1875.

13) **G. Lohde:** Ueber die Entwickelungsgeschichte und den Bau einiger Samenschalen. Diss. Leipzig, Naumburg 1874.

14) **R. Loose:** Die Bedeutung der Frucht- und Samenschale der Compositen für den ruhenden und keimenden Samen. Diss. Berlin 1891.

15) **R. Marloth:** Ueber mechanische Schutzmittel der Samen gegen schädliche Einflüsse von außen. Engler. Bot. Jahrb. Bd. IV 1883 Leipzig.

16) **J. Michalowski:** Beitrag zur Anatomie und Entwickelungsgeschichte von Papaver somniferum. Diss. Breslau, Grätz 1881.

17) **O. Ohlendorf:** Beiträge zur Anatomie und Biologie der Früchte und Samen einheimischer Wasser- und Sumpfpflanzen. Diss. Erlangen, Osnabrück 1907.

18) **H. Richter:** Beiträge zur vergleichenden Anatomie des Pericarpes und der Samenschale von sympetalen Alpenpflanzen. Diss. Göttingen 1910.

19) **G. Ritter:** Beiträge zur Anatomie der Früchte und Samen choripetaler Alpenpflanzen. Diss. Göttingen, Greiz 1908.

20) **J. O. Schlotterbeck:** Beiträge zur Entwickungsgeschichte pharmacognostisch wichtiger Samen. Diss. Bern 1896.

21) **A. Sempolowski:** Beitrag zur Kenntnis des Baues der Samenschale. Diss. Leipzig 1874.

22) **Strandmark:** Bidrag till kännedomen om fröskalets bygnad. — Diss. Lund 1874.

23) **A. Weberbauer:** Beiträge zur Samenanatomie der Nymphaeaceen. Diss. Berlin 1884.

24) **E. Wilczek:** Beitrag zur Kenntnis des Baues von Frucht und Samen der Cyperaceen. Diss. Zürich, Cassel 1892.

Inhaltsverzeichnis.

Einleitung.

Wie Birger in der Einleitung zu seiner Arbeit „Ueber den Einfluß des Meerwassers auf die Keimfähigkeit der Samen“ schreibt, „ist in der jüngsten Zeit die außerordentlich große Bedeutung des Meeres und der Meeresströmungen für die Wanderungen der Pflanzen in vielen pflanzengeographischen Arbeiten hervorgehoben worden, besonders von Guppy, Hemsley, Schimper, Vahl, Warming, sowie Treubs und Penzigs bekannten Studien über die Flora von Krakatau“. Bereits in der Mitte des vorigen Jahrhunderts jedoch wurde „die Möglichkeit ihrer überseeischen Wanderung von einem Continent nach einem andern eifrig besprochen; vor allem behandelten damals A. de Candolle, Darwin, Berkeley, Martins und Thuret die Frage, wie lange Früchte und Samen im Meere herumschwimmen könnten, ohne ihre Keimfähigkeit zu verlieren.“

„Auch in Skandinavien sind (nach Birger) einige Versuche über den Einfluß des Salzwassers vor allem auf die Keimfähigkeit skandinavischer Arten angestellt worden; besonders hervorzuheben sind Lindmans interessante Untersuchungen der an die norwegische Küste geschwemmten Gegenstände und seine im Anschluß daran gemachten, gut gelungenen Keimversuche mit Samen von Entada- und Mucuna-Arten, die der Golfstrom von ihren tropischen Standorten an die norwegische Küste getrieben hatte“.

Die Arbeit Birgers erstreckt sich auf die Samen von 27 skandinavischen und 14 falkländischen Arten und wurde im Jahre 1906/07 ausgeführt.

Die oben erwähnten Versuche sind in sehr verschiedener Weise angeordnet gewesen. Martins kam in

seinen Anordnungen den in der Natur obwaltenden Verhältnissen am nächsten, indem er die Samen in einem gefächerten Kasten, durch den das Wasser ungehindert hindurchströmen konnte, im Hafen von Cettes an einer Boje herumschwimmen ließ. — Auch bezüglich Temperatur und Zeitdauer der Einwirkung des Meerwassers finden sich in den besprochenen Experimenten große Verschiedenheiten.

Am Schluß seiner Abhandlung führt Birger aus: „Aus der obigen Darstellung geht hervor, daß das Meerwasser die Keimkraft mehrerer Samenarten vermindern oder gar ertöten kann. Auf die Keimfähigkeit anderer dagegen scheint das Meerwasser ohne Zweifel fördernd zu wirken.

Keiner der zitierten Forscher hat den Versuch gemacht zu ergründen, wie man sich diese Beeinflussung zu erklären habe. Allerdings ist es schon lange bekannt, daß sich die Keimfähigkeit erhöht, wenn die betreffenden Samen eine Zeit lang in gewissen Salzlösungen gelegen haben. Auch weiß man, daß die Samen mehrerer Arten von gewissen Salzlösungen, die auf andere Samen keine schädliche Wirkung haben, getötet werden.

Von dem anatomischen Bau der Samenschale, der Gegenwart eines Wachsüberzuges der Samen und dergleichen sollte man auch eigentlich eine gewisse Wirkung erwarten, aber die diesbezügliche Untersuchung des Materials liefert hierfür keinerlei Beweise, sei es in dieser oder in jener Richtung“.

Die letzten Versuche über die Beeinflussung der Keimfähigkeit von Samen und Früchten durch das Meerwasser wurden in den Monaten August bis September 1912 von Herrn Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. A. Peter in der zoologischen Station Rovigno am Adriatischen Meere ausgeführt und zwar derart, daß das Material, in Gazebeutel eingenäht, in geeigneten Bassins dem fließenden Meerwasser ausgesetzt wurde. Bei den einzelnen Experimenten war die Temperatur des Wassers und seine Einwirkungsdauer verschieden.

Verwandt wurden 70 Samen- und Fruchtarten aus 39 Familien und zwar vornehmlich solche, bei denen die Möglichkeit vorliegt, daß sie entweder direkt durch die Wellen vom Ufer gerissen werden oder durch Vermittelung von fließenden Binnengewässern oder auf sonst eine natürliche Weise ins Meer gelangen können.

Als Versuchsmaterial dienten Früchte und Samen aus folgenden 39 Familien: Typhaceae, Scheuchzeriaceae, Alismataceae, Butomaceae, Gramineae, Cyperaceae, Liliaceae, Dioscoreaceae, Zingiberaceae, Marantaceae, Urticaceae, Aristolochiaceae, Polygonaceae, Chenopodiaceae, Aizoaceae, Caryophyllaceae, Nymphaeaceae, Ranunculaceae, Papaveraceae, Cruciferae, Resedaceae, Rosaceae, Leguminosae, Rutaceae, Staphyleaceae, Sapindaceae, Oenotheraceae, Umbelliferae, Primulaceae, Convolvulaceae, Polemoniacea, Hydrophyllaceae, Borraginaceae, Solanaceae, Scrophulariaceae, Cucurbitaceae, Campanulaceae, Compositae. —

Ein Farn: Acrostichum aureum.

Die Früchte und Samen waren bei ihrem Aufenthalt im Meerwasser zum Teil unversehrt geblieben, teilweise jedoch zeigten sie mehr oder weniger weitgehende Fäulnis- oder andere Zerstörungserscheinungen.

Die mir gestellte Aufgabe ging nun dahin, durch vergleichende Untersuchung des unbehandelten und des dem Meerwasser ausgesetzten Materials die Art der auftretenden anatomischen Veränderungen an Pericarp und Testa festzustellen, um daraus eventuell einen Schluß auf die Gründe der größeren oder geringeren Widerstandsfähigkeit der Früchte und Samen gegen die Einwirkung des Meerwassers und die Beeinflussung ihrer Keimkraft ziehen zu können.

Dem oben wieder gegebenen Schlußabsatz der Abhandlung Birgers muß man entnehmen, daß B. bereits eine derartige Untersuchung an dem von ihm benutzten Material vorgenommen hat. Allem Anschein nach ist diese ergebnislos verlaufen, jedenfalls wird man, da Einzelangaben vollständig fehlen, über ihren Verlauf usw. durchaus im Unklaren gelassen.

Bei den Vorbereitungen zu meinen Untersuchungen ging ich folgendermaßen zu Werke: die Samen und Früchte wurden in abgezählten Mengen in Gazebeutel eingenäht und in drei Transporten nach Rovigno gesandt, wo sie je 30 Tage in fließendem Meerwasser von 14° C (erster Transport), 8° C (zweiter Transport), 11,2° C (dritter Transport) lagen. Nach Ablauf dieser Zeit wurden die Beutel aus dem Wasser entfernt, trocken verpackt nach Göttingen geschickt und hier bis zur Verarbeitung in 60%igem Alkohol aufbewahrt. — Während der erste aus R. zurückgekommene Transport untersucht wurde, befand sich der zweite im Meerwasser usw.

Ueber den anatomischen Bau des größten Teiles des behandelten Materials lagen in der einschlägigen Literatur bereits Untersuchungen vor, deren Ergebnisse sich teilweise mit denen meiner Beobachtungen deckten, teilweise jedoch von ihnen abwichen. Die Abweichungen finden sich jedesmal an Ort und Stelle vermerkt.

In einer Hinsicht besonders sind die Angaben der vorhandenen Literatur zu ergänzen, nämlich in der Erwähnung der innerhalb der Testa und an der Epidermis von Peri- und Endosperm auftretenden Cuticularisierungserscheinungen. Nur drei der vorliegenden Autoren haben diese ebenfalls bemerkt und beschrieben. Da sie die ontogenetische Entwickelung der Samen von der ersten Anlage bis zum vollreifen Stadium beobachtet haben, so zeigen sie auch, welchen Schichten der Samenhülle diese cuticularen Bildungen ihre Entstehung verdanken und an welchen Stellen sie überhaupt vorkommen können. — Zur besseren Orientierung lasse ich jetzt die Untersuchungen der in Betracht kommenden Autoren im Auszuge folgen:

1. **Attema** (Lit.-Verz. 1.)

a) Chenopodiaceae: (Atriplex arenaria, Beta trigyna, Chenopodium album, Salsola Kali)

Samenanlage (2 Integumente)	reifer Same
1) äuß. Integument 2 Zellagen	

a) Außenepidermis	1 Reihe großer, mehr oder weniger. radial gestreckter Zellen
b) Innenepidermis	1 Reihe krystallführender Zellen
2) inneres Integument 2 Zellagen	
a) Außenepidermis	resorbiert bis auf die Cuticula
b) Innenepidermis	1 Lage tangential gestreckter Zellen (Resorb. bei Salsola Kali) Innerhalb der beschriebenen Lagen liegt die Cuticula des Nucellus, die Grenze zwischen Testa und Perisperm

b) Caryophyllaceae (Silene inflate

Samenanlage (2 Integumente)	reifer Same
1) äußeres Integument 2 Zellagen	
a) Außenepidermis	1 Reihe großer gestreckter Zellen usw.
b) Innenepidermis	1 Reihe mehr oder weniger stark gestreckter Zellen.
2) Inneres Integument 2 Zellagen	
a) Außenepidermis	1 Lage gestreckter Zellen von einer Cuticula überzogen
b) Innenepidermis	1 Lage mehr oder weniger stark tangential gestreckter Zellen. Innerhalb der beschriebenen Lagen liegt die Cuticula der Nucellusepidermis.

2. **Ohlendorf** (Lit.-Verz. 17).

O. schreibt über den Samen von Triglochin maritima: „Die Testa des Samens ist dünn und besteht aus einer einzigen, dünnwandigen Zellschicht, die am reifen Samen zusammengedrückt ist. Die Zellen sind tafelförmig, in der Samenlängsachse gestreckt und besitzen verkorkte Wände. Dieser Zellschicht lagert sich eine Cuticula an und dieser der Nährgeweberest“.

3. **Wilczek** (Lit.-Verz. 24).

W. spricht über die Umwandlung des inneren Integuments der Samenanlage von Carex paludosa: „Die Zellen des inneren Integuments werden im Laufe der ontogenetischen Entwickelung allmählich undeutlich, was besonders am Querschnitt des Samens hervortritt. Die Trennungslinie der beiden Zellagen wird immer zarter. In gleichem Maße nimmt die nach dem Knospenkern zu gelegene Innenmembran derselben an Dicke zu, erscheint stark gewellt und beginnt, sich zu cuticularisieren. Das Ganze stellt sich als ein Auflösungsprodukt des inneren Integuments dar. Die dabei frei werdenden Baustoffe werden wohl zum Flächenwachstum und zur Verdickung (und Cuticularisierung!) der Innenmembran verwendet, die infolgedessen starke Wellung zeigt“.

Hiernach sind Außen- und Innenepidermis des inneren Integuments, desgleichen die Epidermis der Nährgewebe zur Bildung einer Cuticula befähigt. Die die Cuticula erzeugende Zellreihe kann sogar bis auf diese resorbiert werden (Chenopodiaceae, Carex). — Neben diesen cuticularen Bildungen sind die überall erwähnten, also allbekannten Cuticularisierungen der Außenwände vieler Testa- und Pericarpepidermen nicht zu vergessen.

Die Samen bezw. Früchte befanden sich sämtlich im Zustand der Vollreife und wurden durchweg in Kork mit der Hand geschnitten.

Zum Nachweis von Zellulose benützte ich Chlor-Zink-Jod (Blaufärbung), von Holz Chlor-Zink-Jod (gelb)

und Sudan III (schwachrosa oder farblos) von Kork und cutinisierten Medien Chlor-Zink-Jod (gelb bis gelbbraun) und Sudan III (rot). — Zur Erkennung von Oel und Fettsubstanzen diente deren Eigenschaft, in alkoholischer Sudan III-Lösung beim Erwärmen unter Rotfärbung zu Tropfen zusammenzufließen. — Die Gerbstoffreaktionen führte ich aus mit Eisen-Chlorid-Lösung (schwarzgrüner bis schwarzer Niederschlag) von der in Laboratorien üblichen Konzentration.

Die hinter den Familien- oder Artnamen befindliche Zahl gibt die Temperatur des angewandten Wasserbades an.

Die als Exponenten auftretenden Zahlen verweisen auf das Literaturverzeichnis.

Teil I.

Samen bezw. Früchte, die im Meerwasser ausser geringen Quellungen keine Veränderungen erlitten.

Typhaceae [15].

Typha japonica (11,2° C).

Die winzig kleine, braune, spindelförmige Frucht ist beiderseits zu je einem langen zarten Faden ausgezogen, deren einer am Ende eine feine Federkrone trägt.

Ueber die Pericarpepidermis zieht sich eine dünne, in Eau de Javelle zu Tropfen zerfließliche Cuticula hin. Die Epidermis selbst besteht aus einer Reihe farbloser, tangential gestreckter Zellen mit verdickten Seiten- und Innenwandungen. Die zweite Schicht bildet eine Lage gleichfalls tangential gestreckter, hellgelb gefärbter, inhaltloser Zellen mit unregelmäßigem Lumen und verdickter Außenwand.

Die grüngelbliche Testa ist mit dem Pericarp fest verwachsen und weist eine dünne, doch deutliche Cuticula auf; die Testa selbst besteht aus zwei Reihen zusammengepreßter, dünnwandiger Zellen.

Ueber der Endospermepidermis ist eine dicke Cuticula zu bemerken.

Scheuchzeriaceae [11, 17].

Triglochin maritima (14° C).

Die Frucht besteht aus 6 fahlgelben, glänzenden Teilfrüchten, ist walzenförmig und an beiden Enden abgerundet. Jede der vollkommen gleich ausgebildeten Teilfrüchte ist länglich gestreckt, dreikantig und erscheint im Querschnitt als gleichseitiges Dreieck. Die beiden im Fruchtkonnex nach außen gerichteten Kanten sind

oben und unten abgerundet, die von ihnen begrenzte Außenfläche zeigt in ihrer Mediane eine feine Einbuchtung.

Wie das mikroskopische Querschnittsbild beweist, ist die Außenfläche stärker entwickelt als die beiden Seitenflächen. Ihre Epidermis besitzt eine feine, gefaltete Cuticula. Die Epidermiszellen sind polygonal bis quadratisch und zeigen verdickte Außenwände. Auf die Epidermis folgen vier bis fünf Reihen dünnwandigen, weitlumigen Parenchyms, die das Bett für das dorsale Gefäßbündel bilden; an diese reihen sich zwei Lagen großer, dunkelbrauner, polygonaler Zellen; die Innenepidermis des Pericarps wird von einer Reihe kleiner, englumiger, tiefbrauner, gleich den der beiden vorhergehenden Schichten dickwandiger und verholzter Zellen gebildet. — An den schwächer entwickelten Seitenflächen ist das parenchymatische Gewebe nur in zwei, höchstens drei Lagen vorhanden, auch fehlt eine Reihe der großen verholzten Zellen. Die Cuticula der Seitenflächenepidermen ist ferner in Eau de Javelle zu Tropfen zerfließlich. — Die Membranen des Pericarps erweisen sich als schwach gerbstoffhaltig.

Die Testa des kleinen, im Fruchtraum freihängenden nur an seinem Funicularende durch den verlängerten Nabelstrang am Grunde des Pericarps befestigten Samens ist sehr einfach gebaut. Sie besteht — nicht, wie Holfert angibt, aus e i n e r Lage dünnwandiger, tafelförmiger, tangential gestreckter Zellen — sondern aus zwei derartigen Reihen. Ihre Membranen sind schwach verkorkt. — Gegen das Sameninnere wird die Testa durch eine mächtige, lederartige, die Endospermepidermis überziehende Cuticula abgegrenzt.

Alismataceae [1].

S a g i t t a r i a m o n t e v i d e n s i s (11,2° C).

Die braungelbe, kleine Frucht ist flach, dreieckig gesäumt, im Querschnitt elliptisch. Der Saum wird von dem mächtig wuchernden mittleren Teil des Pericarps gebildet.

Sämtliche Schichten der von einer Cuticula überzogenen Fruchtwand sind braunwandig, ihre Farbstoffe gerbstoffhaltig.

Die Pericarpepidermis setzt sich aus großen, tangential zusammengepreßten, dünnwandigen Zellen zusammen, deren Seitenwände gewellt sind. Hierauf folgt eine Reihe kleiner, zartwandiger Zellen, auf diese eine Lage dickwandiger, kleiner Elemente mit ungefähr quadratischem Lumen. Ueber die Innenwand der letzten Schicht zieht sich eine feine Cuticula.

Die Testa erscheint am unbehandelten Querschnitt als braunes, gerbstoffführendes Band. Nach Behandlung mit Eau de Javelle und Chlor-Zink-Jod lassen sich folgende Schichten unterscheiden: zunächst zwei Lagen dünnwandiger, zusammengepreßter, inhaltloser Zellen, deren äußerste eine dicke Cuticula aufweist. Hieran schließt sich eine Reihe zartwandiger, weitlumiger Zellen, die beiderseits von einer Cuticula überzogen ist und zwar außen von einer äußerst mächtigen, innen von einer bedeutend dünneren.

Ueber das Endosperm zieht sich gleichfalls eine Cuticula hin.

Butomaceae.

Limnocharis emarginata (14° C).

Der Same ist von flach eiförmiger Gestalt, schwarz, mit einer in der Mediane der abgeflachten Seite verlaufenden tiefen Einschnürung. Seine Oberfläche zeigt deutlich grubige Vertiefungen, die durch die verschiedene Länge der papillenförmig ausgezogenen Epidermiszellen bedingt werden.

Auf unbehandelten Querschnitten erscheint die Testa als braunes Band, in dem die Membranen der Epidermis und der darunter liegenden Schicht als dicke gelbe Linien hervortreten. Die Lumina dieser beiden Zellschichten werden von einem homogenen braunen Farbstoff erfüllt, der sich, gleich dem Farbstoff der membranösen Elemente der Testa, als gerbstoffhaltig erweist.

Nach Behandlung mit Eau de Javelle werden die Zellstrukturen deutlich. Die nach außen papillenförmig

vorgewölbten Epidermiszellen besitzen verdickte Außenwände; die Verdickung setzt sich bis in die Mitte der Seitenwandungen fort. Die Zellen der darunter liegenden Reihe sind etwas tangential gestreckt, ihre Innenwände nach dem Sameninnern zu schwach vorgewölbt und stark verdickt. Die nächste Schicht, eine schmale Zone obliterierten Gewebes, besitzt eine dünne Cuticula. Unter dieser liegt eine eine äußerst mächtige Cuticula aufweisende Schicht obliterierten Parenchyms und eine Reihe ungefähr quadratischer, feinnetzfaserige Wandstrukturen aufweisender Zellen. Diese beiden Lagen sind höchst wahrscheinlich als Nucellusüberrest und Endosperm zu deuten.

Gramineae (11,2⁰ C) [12, 6].

Anthoxanthum odoratum. — Avena sativa. — Elymus arenarius. — Hordeum distichum. — Oryza sativa. — Secale cereale. — Sorghum vulgare. — Triticum vulgare.

Die Samenschale ist bei den hier behandelten Gramineenarten, außer bei Sorghum vulgara, überall gleich gebaut. Sie besteht, wie bereits Kudelka feststellte, aus zwei Reihen dünnwandiger, stark zusammengepreßter, tangential gestreckter Zellen und wird von einer meist sehr dicken Cuticula überzogen, desgleichen die Epidermis des mehr oder minder entwickelten Perisperms. — Die Testa ist im allgemeinen farblos, bei Elymus arenarius ist jedoch die innerste, bei Secale cereale beide Schichten rötlichbraun gefärbt. Das Zelllumen ist zumeist strichförmig.

Nur bei zwei der untersuchten Arten kommt das Spelzengehäuse als schützendes Element gegen die Einflüsse des Meerwassers in Betracht: bei Hordeum distichum, wo es teilweise mit der Frucht fest verwachsen ist, und bei Oryza sativa, wo es die Frucht lückenlos umschließt. Bei allen andern Arten liegt es der Frucht nur mehr oder weniger fest an, ist jedoch weder mit ihr verwachsen, noch bildet es eine vollständig wasserdicht abschließende Hülle.

Anthoxanthum odoratum.

Die eiförmige, spitze, bräunliche Frucht ist von einem ihr lose anliegenden, dunkelbraunen, kahlen, unbegrannten Gehäuse umgeben.

Ueber die Epidermis des Pericarps zieht sich eine dünne Cuticula hin. Die Epidermis selbst besteht aus großen, viereckigen, dickwandigen, kleinlumigen Zellen, die gelblich gefärbt und stark lichtbrechend sind. An diese schließt sich eine Reihe kleiner, tangential etwas gestreckter, rechteckiger, kleinlumiger Zellen; hierauf folgt eine Lage radial zusammengepreßter, dickwandiger Elemente mit strichförmigem Lumen.

Avena sativa.

Die lange, seidenhaarig-borstige, mit einer bis zur Mitte eindringenden Längsfurche versehene Frucht ist von einer nicht angewachsenen Spelze und Scheidespelze umgeben.

Auch hier besitzt die Epidermis des Pericarps eine dünne Cuticula. Die Epidermiszellen sind klein, quadratisch bis rechteckig; ihre Außenwände und Seitenwände erweisen sich als verholzt. — Hierauf folgen zwei Lagen bräunlicher, dünnwandiger Zellen.

Elymus arenarius.

Die Frucht ist länglich, vom Rücken stark zusammengepreßt, außen flach, innen mit breiter, seichter Rinne, an der Spitze stark behaart, braun, meist frei oder höchstens teilweise mit den Spelzen verwachsen.

Ueber die Epidermis des Pericarps zieht sich eine dicke Cuticula. Die Epidermiszellen sind von ungleicher Breite, meist stark verdickt, weitlumig, mehr oder weniger in tangentialer Richtung gestreckt. Als zweite Schicht sind mehrere Reihen stark zusammengepreßter dünnwandiger Zellen zu bemerken. Hierauf folgt eine Reihe kahnförmiger, nach Kudelka zur Zeit der Milchreife chlorophyllführender Zellen, deren Wände spaltenförmige Poren zeigen. An diese Schicht reihen sich hin und wieder walzenförmige, auf dem Querschnitt kreisförmig erscheinende, der Innenepidermis des Pericarps angehörende Zellen.

Hordeum distichum.

Die spindelförmige, gelbe Frucht ist mit der Spelze teilweise fest verwachsen.

Ueber die aus quadratischen bis tangential-rechteckigen, gelblich gefärbten, kleinlumigen, besonders nach außen mächtig verdickten Zellen bestehende Spelzenepidermis zieht sich eine Cuticula. Auf die Epidermis folgen zwei Reihen dickwandiger, gleichfalls kleinlumiger Zellen, auf diese ein bis drei Lagen dünnwandigen, „das Bett für 10 Fibrovasalstränge bildenden Parenchyms“.

Das Pericarp setzt sich aus drei Schichten zusammen. Die Epidermis ist von einer Cuticula überzogen; ihre Elemente sind plattgedrückte, in der Längsachse des Korns gestreckte, dickwandige Zellen, mit engem, wellenförmig begrenztem Lumen. Hierauf folgen vier bis fünf Reihen ähnlich gebauter Zellen, auf diese die zur Zeit der Milchreife chlorophyllführende Schicht, nämlich zwei Reihen zusammengepreßter, großer Zellen, deren Wände feinnetzfaserig strukturiert sind.

Oryza sativa.

Das Spelzengehäuse ist spindelförmig, papierartig, behaart und umschließt die Frucht lückenlos.

Nach Harz, der eine von v. Höhnel gegebene Beschreibung von Frucht und Spelzengehäuse von Oryza sativa bringt, besteht die von einer Cuticula überzogene Spelzenepidermis aus außerordentlich stark verdickten Zellen: „Sie sind zackig, sternförmig oder strahlig, teilweise in große, starre Borsten auslaufend. Die Innenwände sind mit mannigfaltigen Vertiefungen versehen, in die die Sägezähne und Zacken der äußersten Zellen der nächsten Schicht hineinragen. Neben den genannten Elementen finden sich noch kleine, paarige Kieselzellen. Vom Rande gegen die Mitte der Spelzen werden die Epidermiszellen immer kürzer und breiter.“ — Die zweite Schicht bilden drei bis fünf Reihen langgestreckter, fein poröser Sklereïden, deren äußerste, wie bereits erwähnt, sich zackig oder sägezahnartig „dicht und genau an die Epidermis anschließen, so daß zwischen beiden

keinerlei Lücken entstehen". Hierauf folgt eine Lage quer gestreifter, dünnwandiger Parenchymzellen, auf diese eine Reihe großer, farbloser, auf dem Querschnitt fein-wellig erscheinder Zellen.

Das Pericarp zeigt zu äußerst eine Reihe schmaler, nicht oder wenig geschlängelter Zellen. Unter dieser mehrere Lagen dünnwandiger, stark komprimierter, tangential gestreckter Zellen, endlich die gleichfalls tangential gedehnten Zellen der Innenepidermis der Fruchtwand.

Secale cereale.

Die spindelförmige, gelbe Frucht ist mit den Spelzen nur wenig am Grunde verwachsen und erscheint auf dem Querschnitt nierenförmig.

Ueber die Epidermis des Pericarps zieht sich eine dicke Cuticula. Die Epidermiszellen sind rundlich, überall gleichmäßig verdickt, lufterfüllt. Als erste subepidermale Schicht folgen drei bis vier Reihen dünnwandigen, stark zusammengepreßten Parenchyms, dessen Lumina am unbehandelten Querschnitt strichförmig erscheinen. Hieran schließt sich die im Frühjahr chlorophyllführende Schicht; ihre Zellen sind kahnförmig, getüpfelt und besitzen verdickte Innen- und Seitenwände. Zwischen dieser Schicht und der vorhergehenden befinden sich lufterfüllte Zwischenräume.

Sorghum vulgare.

Die gelblich bis grünliche oder bräunliche Frucht ist von glänzenden, hell- bis schwarzbraunen, an der Fruchtspitze geöffneten Spelzen umgeben.

Die eine mächtig entwickelte Cuticula aufweisende Pericarpepidermis setzt sich aus großen, lufterfüllten, stark verdickten Zellen mit rundlichem Lumen zusammen. Hierauf folgt eine Reihe kleinerer, ähnlich gestalteter Zellen, darauf ungefähr zehn Reihen dünnwandigen, zusammengepreßten Parenchyms, das manchmal körnigen Inhalt führt; endlich zwei Reihen walzenförmiger, im Querschnitt kreisrunder, inhaltloser Zellen, die Elemente der Innenepidermis des Pericarps.

Im Gegensatz zu den andern hier behandelten Arten ist die eine Cuticula entbehrende Testa einschichtig. Ihre Zellen sind quadratisch bis rechteckig, ihre Seitenwände gewellt, die Innenwände verdickt.

Der Perispermüberrest besitzt eine Cuticula.

Triticum vulgare.

Die die längliche, gelbe Frucht umgebenden Spelzen sind nicht mit dieser verwachsen. Uebei die aus dickwandigen, rundlumigen, lufterfüllten Zellen bestehende Epidermis zieht sich eine starke Cuticula hin. Darunter liegen drei bis vier Reihen stark zusammengepreßter, ziemlich dickwandiger Zellen, deren Lumen strichförmig erscheint. Als dritte Schicht fungiert die ehemalige chlorophyllführende Zellreihe, deren Elemente tangential gestreckt und mit einer Reihe, die Breite der Zellen einnehmenden Tüpfel, versehen sind. Die Zellen sind im Querschnitt kahnförmig und zwar derart, daß die offene Seite nach außen, der Kahnboden nach innen orientiert ist. Die Wanddicke ist überall dieselbe; die einzelnen Zellen stoßen dicht aneinander, ohne Bildung luftführender Interzellularen.

Nach 30-tägigem Aufenthalt in fließendem Meerwasser von 11,2° C waren die Früchte aller Arten mehr oder weniger gequollen.

Cyperaceae (8° C) [15, 24].

Cyperus Papyrus — Scirpus Tabernaemontani.

Bei der Untersuchung der Frucht- und Samenschale der Cyperaceen kam ich im wesentlichen zu denselben Ergebnissen wie Wilczek.

Cyperus Papyrus.

Die Frucht ist spindelförmig, fahlgelb, ungefähr ½ mm lang, im Querschnitt halbkreisförmig bis schwach dreieckig, glänzend. Die Epidermis des Pericarps besteht aus dickwandigen, verholzten, stark radial gestreckten, ungefähr rechteckigen Zellen, die etwas grumösen Inhalt, wahrscheinlich desorganisiertes Plasma enthalten. Die nächste Schicht setzt sich aus zwei bis drei Lagen

englumiger, fast porenloser Sklereïden zusammen. Hierauf folgen die gleiche Anzahl Lagen doppel-keilförmiger, tangential so stark zusammengepreßter Zellen, daß das Lumen selbst nach längerer Quellung nur strichförmig angedeutet erscheint. Nach innen abgeschlossen wird das Pericarp durch eine Reihe tangential zusammengepreßter, dünnwandiger, inhaltloser Zellen.

Sämtliche Elemente des Pericarps erweisen sich als gerbstoffhaltig.

Scirpus Tabernaemontani.

Die Frucht ist kegelförmig, seitlich zusammengepreßt, braun bis braungelb, glänzend. An der Kegelbasis sitzt eine kleine, stachelartige Spitze auf.

Ueber die Epidermis des Pericarps zieht sich eine dünne Cuticula. Die Epidermis selbst besteht aus großen, etwas tangential gestreckten Zellen mit verdickten Außen- und gewölbten Seitenwänden. Die Innenwände sind kissenförmig verdickt und tragen manchmal aufgesetzte Kegel von Kieselsäure. Den Inhalt der Epidermiszellen bilden Spuren desorganisierten Plasmas. Hierauf folgt die aus drei bis vier Lagen von Sklereïden bestehende Hartschicht. Die Zellen der äußersten Reihe sind stark radial gestreckt, die inneren im Querschnitt fast regelmäßig polygonal, sämtliche jedoch reich an Poren. An diese Schicht schließen sich zwei bis drei Lagen horizontal gestreckter, doppelkeilförmiger Zellen an, deren Lumina schmal rhombisch, deren Wände fein porös sind. — Die Elemente dieser beiden Schichten erweisen sich als verholzt. — Nach innen wird das Pericarp durch eine Reihe tangential gestreckter, inhaltsloser, großlumiger Zellen abgeschlossen.

Sämtliche Elemente der Fruchtschale sind mehr oder weniger bräunlich gefärbt und gerbstoffhaltig.

Im Bau der Samenschale stimmen die hier behandelten Cyperaceenarten überein, nach Wilczek auch alle anderen. Bei Cyperus Papyrus sind jedoch die Elemente der Testa bedeutend kleiner als bei Scirpus Tabernaemontani, ferner auch stärker zusammenge-

preßt, infolgedessen erst nach langer Behandlung mit Quellungsreagentien deutlich zu erkennen.

Die Epidermiszellen sind klein, farblos und besitzen verdickte Seitenwände. Ihre Außenwände sind eingefallen. Auf die Epidermis folgen mehrere Lagen dünnwandigen, obliterierten Parenchyms, das am unbehandelten Querschnitt als schmale braune Zone erscheint und erst nach längerer Quellung Zellstrukturen zeigt.

Das Endosperm besitzt eine zähe, dicke Cuticula.

Liliaceae [1, 15].

Asparagus offic. (14° C) — Asphodelus luteus (14° C) Ornithogalum nutans (11,2° C).

Die Testa der hier vorliegenden Liliaceensamen weist durchweg zwei Schichten auf. Unterhalb dieser befindet sich noch eine, allen Samen gemeinsame, dünne, obliterierte Zone, die aus zwei Reihen zartwandiger, erst nach langer Quellung sichtbarer Zellen besteht; nur bei Asparagus offic. war eine Erkennung von Zellstrukturen nicht mehr möglich. Diese Schicht wird von einer dünnen Cuticula überzogen, desgleichen die Endospermepidermis. Nach Harz ist diese Zone als Ueberrest der Eikernepidermis und des Eikerns selbst aufzufassen.

Asparagus offic.

Der Same ist eiförmig, schwarz, glänzend.

Ueber die Epidermis zieht sich eine dünne, in Eau de Javelle zu Tropfen zerfließliche Cuticula hin. Die Epidermiszellen besitzen stark verdickte, farblose bis hellgebliche, lichtbrechende Außenwände. Ihre Seitenwandungen sind im äußeren Teil ebenfalls verdickt, doch nimmt die Verdickung nach innen fast bis zum völligen Verschwinden ab. Das Lumen der Epidermiszellen ist von einer schwarzen, homogenen Masse dicht erfüllt; dadurch und durch die ähnliche Pigmentierung der folgenden Schicht wird die Farbe des Samens bedingt.

Unter der Epidermis liegt eine mehrreihige Schicht stark zusammengepreßter, tafelförmiger Parenchymzellen, deren Lumina sich in Gestalt sehr feiner, kurzer, schwarzbrauner Spalten darbieten.

Asphodelus luteus.

Der tetraedrische, schwarze bis grauschwarze Same ist von matt glänzender Oberflächenbeschaffenheit.

Reste einer Cuticula sind hier und da nach Einwirkung von Chlor-Zink-Jod als gelbschimmernde Hautstreifen festzustellen. Die Epidermiszellen besitzen auch hier verdickte Außen- und nach innen sich verjüngende Seitenwandungen. Die Außenwände sind hart und brüchig, das Lumen birgt eine spröde, tiefschwarze Masse.

Hierauf folgt eine Partie zusammengepreßter, tafelförmiger Parenchymzellen, die erst nach Quellung eine genauere Untersuchung zulassen. Ihre Wände sind fein netzfaserig strukturiert, ihre Lumina von braunem, homogenem Farbstoff erfüllt.

Ornithogalum nutans.

Der kugelige bis eiförmige Same ist von schwarzer Farbe und besitzt eine deutlich grubige Oberfläche.

Als äußerste Schicht fungiert hier ein breites, braunschwarzes, mit Eisenchlorid sich schwärzendes Band. Es ist grob, aber regelmäßig gezackt, verleiht dem Querschnitt einen kreissägeartigen Umriß und besteht aus reiner Cellulose. Es liegt die Vermutung nahe, das dieses Band die Gesamtheit der verdickten Außenmembranen der im übrigen resorbierten oder unsichtbar fein gewordenen Epidermiszellen darstellt.

Hierauf folgt eine in den durch das epidermale Band gebildeten Zackenspitzen drei- bis vierreihige, in den Tälern meist zweireihige, dünnwandige Zellschicht mit fein-netzfaserig gezeichneten Membranen und geringen Spuren plasmatischen und fetthaltigen Inhalts.

Dioscoreaceae.

Dioscorea sinuata (14° C).

Der Same ist dunkelbraun, stark abgeflacht, rundlich, von luftführendem, besonders in der Flächenausdehnung der Samenscheibe mächtig entwickeltem Gewebe überzogen. Dieses besteht nicht überall aus gleichvielen Lagen, wodurch das runzlige Aussehen der Testaoberfläche verursacht wird.

Unter dem kleinlumigen, schwammigen Luftgewebe liegt eine als Epidermis anzusehende Reihe großer, gelblich gefärbter Zellen, deren Inhalt die gleiche Farbe besitzt und zahlreiche Vakuolen bildet. Er besteht aus fettem Oel. Die nächste Schicht besitzt eine Cuticula und setzt sich aus einer Lage polygonaler, mäßig verdickter Zellen zusammen mit fein, parallel gestreiften Membranen; hierauf folgt noch eine Schicht dünnwandiger, meist zuhammengepreßter, inhaltloser Zellen.

Ueber den stark obliterierten Nucellusüberrest zieht sich eine feine, gewellte Cuticula hin.

Zingiberaceae [11, 2].

Alpinia calcarata (11,2° C).

Der Same ist spindelförmig, graubraun bis gelbbraun und trägt einen Arillus.

Ueber die Epidermis zieht sich eine dünne Cuticula. Die Epidermis selbst besteht aus quadratischen bis rechteckigen Zellen, deren Wände allseitig gleichmäßig verdickt und grau-gelblich gefärbt sind. Hierauf folgt eine Reihe tangential gestreckter, von einem braunen, homogenen, gerbstoffhaltigen Farbstoff erfüllter Zellen, auf diese eine Schicht großer, viereckiger Elemente, die sich vereinzelt als verkorkt erweisen. Ihr Inhalt enthält fettes Oel. Die Zellen der beiden nächsten Reihen sind mäßig dickwandig, radial zusammengepreßt, ihre Membranen fein-netzfaserig verdickt. An diese Schicht schließt sich eine Lage langer, tangential gestreckter Zellen, deren Wandstärke überall gleich groß, deren Lumen von einer durch Chlor-Zink-Jod braun-blau werdenden, körnigen Masse erfüllt ist. Endlich folgt noch eine erst nach langer Quellung in Eau de Javelle deutliche Lage radial zusammengepreßter Zellen mit strichförmigem Lumen. — Der unter dem großen, viereckigen, ölhaltigen Zellen liegende Teil der Testa erscheint am unbehandelten Querschnitt als braunschwarzes, auf Gerbstoff reagierendes Band.

Die Epidermis des Endospermes weist eine Cuticula auf.

Marantaceae [4].

Thalia dealbata (14° C).

Der Same ist graubraun, eiförmig, von rauher Oberfläche.

Auf dem Querschnitt erblickt man zunächst 5—6 Reihen gelblich gefärbter Zellen, deren Lumina großenteils von braunschwarzem, homogenem Inhalt erfüllt sind. Die beiden innersten Reihen sind dickwandig und zeigen Tüpfelung. Sie sind verholzt. Hierauf folgt eine Schicht radial gestreckter, äußerst dickwandiger, reichlich feine Poren führender Zellen. Ihr Lumen ist in der Zellenmitte strichförmig, im oberen Teil rund, im unteren sternförmig verzweigt; die Verdickungsmassen sind gelbrot gefärbt. Die Zellen sind in ihren äußeren Teilen verholzt, in ihrem Inneren noch reich an Zellulose. An diese Schicht schließen sich zwei Reihen dünnwandiger Zellen an.

Ueber die Endospermepidermis zieht sich eine mächtige, zackenförmig zwischen deren Zellen einbiegende Cuticula hin.

Urticaceae [1].

Parietaria judaica (11,2° C).

Die Frucht ist eiförmig, grün bis schwarzgrün glatt, glänzend.

Ueber die Pericarpepidermis zieht sich eine dünne, in Eau de Javelle nicht sehr beständige Cuticula hin. Die Epidermiszellen sind groß, quadratisch bis rechteckig, mit unförmig verdickten Wänden versehen. Ihr Lumen liegt im unteren Drittel der Zelle, ist äußerst klein und entläßt einige, manchmal verzweigte Kanäle durch die Verdickungsmassen. Hierauf folgt eine Reihe rechteckiger, dickwandiger, radial zusammengepreßter Zellen; auf diese fünf bis sechs Lagen ziemlich weitlumiger, dünnwandiger Zellen. Die Innenseite der innersten dieser Reihen weist eine zarte Cuticula auf. — Sämtliche Elemente des Pericarps sind grünlich bis schwarz gefärbt und meist auch mit ebenso pigmentierten Inhaltsmassen versehen.

Die am trockenen Querschnitt zu einem homogenen, braunen Streifen zusammengepreßte Testa besteht aus einer Reihe rundlicher, schwach verkorkter Zellen. Eine unter ihr liegende, obliterierte Schicht ist als Nucellusüberrest zu deuten und von einer dicken Cuticula überzogen.

Aristolochiaceae [1, 15].

Aristolochia Clematitis (8^0 C).

Der Same ist dunkelbraun, flach tafelförmig und hat meist die Gestalt eines gleichschenkligen Trapezes. Die Seitenwände sind zur Fläche des Samens rechtwinklig abgebogen. Ferner ist der Same von einem hellbraunen, korkähnlichen, elastischen Gewebe allseitig überzogen, das in der durch die Biegung der Seitenkanten entstandenen Mulde 20—25, an deren Rückseite meist 4 Lagen mächtig ist. Am stärksten ist dieses Gewebe in seinen an die Grundlinien des Trapezes grenzenden Gebieten entwickelt und zwar derart, daß es, in seiner Ausdehnung der Richtung der Seitenlinien folgend, das Trapez zu einem ungefähr gleichschenkligen Dreieck ergänzt.

Das schwammige Gewebe besteht aus lufterfüllten, großen, kugeligen, gelbgrünlich gefärbten Zellen mit allseitiger, regelmäßig-netzfaseriger Wandverdickung. Die Wandungen dieser Zellen bestehen aus reiner Zellulose. — Nach Marloth ist dieses Gewebe für die Verbreitung des Samens von Vorteil.

Die Zellen der eigentlichen Testaepidermis sind parallelipipedisch und zuweilen ein wenig radial gestreckt, ihre Membranen von dunkelbraunem Farbstoff durchtränkt. Die Außenwandungen sind schwach vorgewölbt und an ihrer Innenseite mit mächtigen, im Querschnitt schnörkelig umrissenen Verdickungen versehen. Verhältnismäßig zart sind dagegen die inneren Partien der Seitenwandungen, während die Innenwandungen wiederum stark verdickt, hellgelblich und lichtbrechend sind. Die Innenwände bestehen aus Cellulose, sind jedoch hier und da schwach verholzt; sämtliche andere Teile der Zellenwandungen sind als voll-

kommen verholzt hinzustellen. Der Inhalt der Epidermiszellen besteht aus körneliger, durch Chlor-Zink-Jod leicht braunrot werdenden Masse. — Hierauf folgt eine Reihe im Querschnitt quadratischer, dickwandiger Zellen mit punktförmigem Lumen. Auf diese eine schmale, stark obliterierte Zone, nach dieser endlich eine Reihe etwas radial gestreckter Zellen mit zart netzfaserig verdickten Wänden. — Diese drei Schichten bestehen aus reiner Cellulose.

Die Perispermepidermis weist eine lederartige, derbe Cuticula auf.

Sämtliche unter der Epidermis liegenden Schichten geben mit Eisen-Chlorid intensive Schwarzfärbung, was auf reichliche Anwesenheit von Gerbstoff schließen läßt.

Polygonaceae [1, 15, 11].

Rumex maximus. (11,2° C).

Die Frucht ist braun, kurz spindelförmig, dreikantig, glänzend.

Nach Kraus rührt der Glanz der Frucht von einer „kolossalen Cuticula, die braune Farbe von der Wandfarbe der gerbstoffreichen Epidermis- und Parenchymschichtzellen her.“ Trotz mehrfacher Bemühungen gelang es mir nicht, eine Cuticula der eben angegebenen Art zu finden, vielmehr erwies sich die hier vorhandene Cuticula nach Anwendung von Sudan III als eine äußerst dünne, über die Epidermiszellen hinziehende rote Linie. Dagegen sind die quadratischen, farblosen, stark lichtbrechenden Epidermiszellen mächtig ausgebildet: ihre Außenwände sind unförmig verdickt, desgleichen die Seitenwände, sodaß nur ein winziges, keilförmiges, nach innen von der dünn gebliebenen Innenwand begrenztes Lumen freibleibt. Es ist daher, entgegen der Ansicht von Kraus, wohl anzunehmen, daß der Glanz der Frucht durch die eigenartige Ausbildung der Epidermiszellen bedingt wird, während die Farbe allerdings von den subepidermalen Partien herrührt. — Auf die Epidermis folgen ungefähr sieben Lagen brauner, weitlumiger, dünnwandiger Zellen ohne Inhalt, deren Wände verkorkt sind. Unter dieser Schicht liegt noch eine mehrreihige, obliterierte, braunwandige Zone.

Die Testa ist sehr einfach gebaut. Ihre Epidermis besteht aus einer Reihe großer, quadratischer Zellen von mäßiger Wandstärke, deren Außenwandungen schwach vorgewölbt und gleich den Seiten- und Innenwandungen fein-netzfaserig strukturiert sind. Hierauf folgt eine Reihe bedeutend kleinerer, doch ziemlich dickwandiger Zellen.

Ueber das Endosperm zieht sich eine Cuticula hin.

Chenopodiaceae [1, 15].

Atriplex nitens (14 ° C). — Chenopodium Quinoa (8 ° C).
Salsola Kali (8 ° C). — Beta trigyna (11,2 ° C).

Frucht- und Samenschale der Chenopodiaceen sind an der reifen Frucht äußerst stark zusammengepreßt und erscheinen am trockenen Querschnitt zumeist als graues bis braunes strukturloses Band. Ihre Farbstoffe sind gerbstoffhaltig. Erst nach längerer Einwirkung von Eau de Javelle und nachheriger Anwendung von Chlor-Zink-Jod und Sudan III werden die Zellstrukturen deutlich und verständlich.

Attema gibt eine sehr allgemein gehaltenes Schema für den Bau der Chenopodiaceentesta an und erwähnt darin bereits die hier auftretenden Cuticularisierungserscheinungen.

Das Perisperm der von mir untersuchten Arten ist von einer mächtigen Cuticula überzogen.

Atriplex nitens.

Die Frucht ist stark abgeflacht, rundlich, von brauner bis grauer Farbe.

Das von einer Cuticula überzogene Pericarp ist ein zartes, dem Samen fest anliegendes Häutchen und besteht aus einer Reihe großer, zarter Zellen mit verdickten Außenwandungen. Die Zellen enthalten hin und wieder einen großen Calcium-Oxalatkristall.

Ueber die Epidermis der Testa zieht sich eine mäßig dicke Cuticula hin. Die Membranen der Epidermiszellen sind gewellt, die Radialwände meist auf's äußerste reduziert, die Außenwände, von der Seite nach der Mitte zunehmend, verdickt. Hierauf folgt eine Lage äußerst zartwandiger, nach Attema kristallführender

Zellen, auf diese eine von einer Cuticula überzogene Reihe dünnwandiger, rechteckiger, tangential gestreckter Zellen.

Chenopodium Quinoa.

Die Frucht ist stark abgeflacht, fahlgelb, matt, glänzend.

Hier besteht das Pericarp aus einer Reihe großer, tangential gestreckter Zellen mit eingesunkenen Außenwänden. Diese Zellen erweisen sich als verkorkt.

Die Zellen der eine Cuticula aufweisenden Testaepidermis besitzen mächtig ausgebildete Außenwandungen. Diese werden von radial verlaufenden Tüpfeln durchsetzt, die auf dem Querschnitt des Samens als zarte, helle Linien erscheinen. Seiten- und Innenwände der Epidermiszellen sind unverdickt, gewellt, desgleichen die Membranen der beiden nächsten Zellschichten. Ueber die Innenseiten der innersten dieser beiden Lagen zieht sich eine feine Cuticula hin.

Salsola Kali.

Die Frucht ist kreisel- oder kegelförmig, schwarz bis schwarzgrün; die Kegelgrundfläche ist zu einer feinen Spitze ausgezogen.

Das Pericarp erweist sich nicht überall von gleicher Zusammensetzung. Auf einem Medianschnitt erscheint die Mantelfläche am einfachsten gebaut. Ueber der Epidermis zeigt sich hier eine dünne Cuticula. Die Epidermiszellen sind meist tangential gestreckt und besitzen verdickte Außen- und wenig dünnwandigere Innenwandungen. Hierauf folgt als einzige subepidermale Schicht eine schmale obliterierte Zone. Diese Partie erlangt am Fruchtdeckel, der spitzenförmig ausgezogenen Kegelgrundfläche, eine mächtige Ausgestaltung. Sie zeigt hier deutliche Zellstrukturen und verbreitert sich nach außen zu ungefähr drei Lagen großlumigen, hier und da porösen Parenchyms mit gewellten Seitenwänden, auf das nach innen eine Schicht mächtiger, tüpfelreicher Sklereïden von unregelmäßig amöboidem Umriß und spaltenförmigem oder verzweigtem Lumen und eine Reihe dünnwandiger, Oxalatkristalle führender

Zellen als Abschlußschicht nach innen, folgt. — Die Sklereïdenschicht ist nicht überall von gleicher Mächtigkeit, sondern in der spitzenförmigen Erhebung des Deckels am stärksten ausgebildet. — Die Kegelspitze zeigt gleichfalls eine Umwandlung der obliterierten Schicht. Zu innerst liegt eine Reihe dünnwandiger, Oxalatkristalle führender Zellen, dann folgen mehrere Lagen dickwandiger, poröser, englumiger Elemente; die eigentliche Spitze wird von einem Kegel von Sklereïden gebildet.

Sehr einfach gebaut ist die eine Cuticula aufweisende Testa. Ihre Epidermiszellen gleichen ungefähr denen des Pericarps, nur sind sie kleiner und allseitig gleichmäßig verdickt. Als einzige subepidermale Schicht fungiert eine Reihe dünnwandiger, meist tangential gestreckter Zellen mit gewellten Membranen. Eine ihrer Innenwand aufliegende, von Attema angegebene und als Rest des resorbierten inneren Integuments bezeichnete Cuticula konnte ich nicht finden.

Beta trigyna.

Die Frucht gleicht der von Harz beschriebenen Beta vulgaris.

Meist drei Früchte und deren Perigon sind zu einem zusammenhängenden Fruchtknäuel miteinander verbunden. Das Perigor ist nur mit dem untersten Teil der Frucht verwachsen.

Die Epidermis des Pericarps besteht auf isodiametrischen, tangential gestreckten Zellen mit mäßig verdickten Außenwänden. Hierauf folgen mehrere Reihen erst kleinerer, dann größer werdender, dünnwandiger, luftführender Zellen, auf diese mehrere Reihen ähnlicher, aber dickwandiger Zellen. Eine scharfe Grenze ist zwischen diesen beiden Schichten nicht vorhanden, sie gehen vielmehr unmerklich ineinander über. Die innerste Zone der Fruchtschale ist als Hartschicht ausgebildet und setzt sich aus vier bis zehn Reihen sehr kleiner, isodiametrischer poröser Sklereïden zusammen, die bis zum Verschwinden des Lumens verdickt sind und je einen Oxatkristall enthalten.

Vom Pericarp lückenlos umschlossen, jedoch nicht mit ihm verwachsen, ruht der rundliche, schwarze, glänzende Same.

In ihrem Bau gleichen die Epidermiszellen der Testa denen von Chenopodium Quinoa; jedoch sind ihre Außenwandungen von einem schwarzen, spröden Pigment durchsetzt und hart und bröckelig geworden. Eine Cuticula ließ sich nicht mehr nachweisen. Unter der Epidermis liegen meist drei bis vier Reihen zartwandiger, radial zusammengepreßter Zellen, auf die noch eine Lage von einer Cuticula überzogener, oft tangential gestreckter Zellen folgt.

Nach dreißigtägigem Aufenthalt im fließenden Meerwasser zeigten die Früchte von Atriplex nitens und Chenopodium Quinoa geringe Quellungen.

Aizoaceae.

Tetragonia echinata (8° C).

Die Frucht ist kegelförmig, höckerig, von rauher Oberfläche, fahlgelb bis schwarz.

Das mikroskopische Bild des Pericarps zeigt zu äußerst sechs bis acht Reihen weitlumiger, mäßig dickwandiger Zellen, deren oberste Reihe von einer dünnen Cuticula überzogen ist. Hierauf folgt eine mächtige Schicht bündelweise durcheinander geflochtener Sklerenchymfasern, die im Fruchtinnern kammerartige Hohlräume freilassen. Jede dieser Kammern birgt einen ihrer Wandung eng anliegenden, doch nicht mit dieser verwachsenen Samen. Nach der Kammer zu wird die Sklerenchymschicht durch einen Ring quadratischer oder rechteckiger, dickwandiger Zellen abgeschlossen, ferner enthalten die Lumina ihrer diesem Grenzring anliegenden Zellbereiche je einen großen Oxalatkristall.

Am unbehandelten Querschnitt erscheint die Samenschale als schmales, hellbräunliches Band. Erst nach längerer Einwirkung von Eau de Javelle und nachfolgender Anwendung von Chlor-Zink-Jod werden die Strukturen deutlich und verständlich. — Ueber die Testa

zieht sich eine dünne Cuticula hin. Hierauf folgen drei Reihen tangential gestreckter, niedriger Zellen, die ab und zu Interzellularen frei lassen. Eine jetzt folgende Reihe äußerst zarter, tangential verbreiteter, selbst in Chlor-Zink-Jod schwer sichtbarer Zellen besitzt eine dünne Cuticula. Unter dieser Schicht liegt eine Lage großer, quadratischer, hier und da radial gestreckter Zellen, deren Wände netzfaserig strukturiert und schwach verholzt sind.

Die Endospermepidermis weist eine lederartige, starke Cuticula auf.

Caryophyllaceae [1, 9, 15].

Silene inflata (14° C).

Der Same ist nierenförmig, graubraun bis schwarzbraun, fein, doch deutlich, körnig und gestreift.

Die Cuticula besteht aus mehr oder minder feinen, gelblich gefärbten, glasigen Stäbchen und zeigt mit Sudan III nur schwache Rotfärbung. Die darunter liegende Epidermis besteht aus großen, tangential oder radial gestreckten, mit braunkörnigem Inhalt erfüllten Zellen. Ihre Außenwandungen sind verdickt und an ihrer Innenseite dicht mit feinen, meist anastomosierenden Zellulosestreifen besetzt, die in dünnen Drähten endigen und so beinahe das Gesamtlumen füllen. Die Seitenwandungen sind in ihrem äußeren Teil verdickt. — Sämtliche Membranen der Epidermiszellen sind mit braunem Farbstoff durchtränkt, der sich als gerbstoffhaltig erweist. — Hierauf folgt eine fünf bis acht Reihen mächtige, stark obliterierte Zone, deren Strukturen erst nach intensiver Quellung kenntlich werden. Ihre Zellen sind hin und wieder mit bräunlich körnigem Inhalt versehen.

Ueber die Nucellusepidermis zieht sich eine Cuticula hin.

Nymphaeaceae [9, 23].

Euryale ferox (8° C); — Nymphaea coerulea (14° C); Nymphaea Lotus (8° C); — Victoria regia (14° C).

Euryale ferox.

Der Same ist ungefähr kugelig, leicht gerunzelt, matt bis schwach glänzend, olivfarbig.

Wie bei allen Nymphaeaceensamen ist die Epidermis zur Hartschicht ausgebildet. Ihre Zellen sind radial gestreckt, bisweilen nähert sich die Höhe der Breite. Meist ist das Lumen nicht gleich weit, sondern unter der Mitte der Außenwand stark verengt, so daß eine nach auswärts gerichtete Bucht zustande kommt. Das Zellumen ist dicht erfüllt von einer grumösen, braunen, gerbstoffhaltigen Masse, die Zellwände sind gelb bis gelbbraun. Die Seitenwände sind sehr dünn, die Innenwände bereits stärker, am mächtigsten jedoch sind die Außenwandungen ausgebildet. Sämtliche Wände erweisen sich bis auf die innersten, dem Lumen anliegenden Lamellen als verholzt. Alle Wandungen ferner, mit Ausnahme der Außenwände, sind fein porös. Diese bestehen nach Weberbauer aus vier Schichten, deren innerste die eben geschilderte verholzte ist. Die nächstfolgende ist an ihrer Oberfläche abgeflacht oder nur schwach vorgewölbt, „so daß sie bei knopfförmiger Verengerung des Lumens über dieser, also in der Mitte, eine geringere Dicke besitzt als seitlich nach den Zellrändern hin. Sie ist hyalin oder leicht verfärbt, weist schwache Schichtung auf und färbt sich durch Chlor-Zink-Jod blau. An den Zellgrenzen wird sie unterbrochen durch starke, hyaline, nach innen vorspringende Leisten der dritten Lamelle, die jedoch nur an den Zellgrenzen erkennbar, in den übrigen Teilen unmerklich fein ist. Sie wird durch Chlor-Zink-Jod nicht gefärbt. Ebenso die vierte Lamelle, die, auch glashell, an den Zellgrenzen gleichfalls stärker ist als an den übrigen Teilen, dort aber abgerundete, nach außen vorspringende Leisten bildet“. — Trotz mehrfacher Bemühungen konnte ich nur die erste der drei eben genannten Schichten finden. — Auf die Epidermis folgen ungefähr zwanzig Reihen, im Querschnitt rundlicher, dann ungefähr zehn Lagen doppelkeilförmig zugespitzter, verdickter, gleich den ersten, porenreicher Zellen mit braunem, homogenem Inhalt. An diese Schicht reihen sich gegen zehn Lagen dünnwandiger, radial zusammengepreßter Zellen. Den Abschluß gegen das Sameninnere bildet eine Reihe kleiner, dünnwandiger, rechteckiger, verkorkter Zellen.

Nymphaea coerulea.

Der Same ist eiförmig, dunkelgrün, glatt, glänzend. Zwischen beiden Polen verlaufen, in gleichen Abständen voneinander, meridionale Streifen, die sich bereits bei Lupenvergrößerung als Reihen von zarten Haarbüscheln erweisen.

Die von einer zarten, an den Zellgrenzen etwas nach innen springenden Cuticula überzogenen Epidermishartzellen sind dickwandig, eng aneinander schließend und stark radial abgeplattet. Ihr Lumen ist ziemlich schmal und von blaugrünem Farbstoff erfüllt. Am stärksten verdickt ist die Außenwand und gleich den andern Wänden von zahlreichen feinen Poren durchsetzt, farblos und deutlich geschichtet. Nach jeder zweiten Epidermiszelle entspringt eins der schon oben erwähnten Haarbüschel. Die Haare verdicken sich nach der Basis, sind grau oder farblos und zeigen ein strichförmiges Lumen. An die Epidermis schließt sich kaum kenntliches, stark obliteriertes Gewebe an. Auf dieses folgt eine einreihige Pigmentschicht, die aus rechteckigen, tangential gestreckten, mit homogenem braunen Inhalt dicht erfüllten Zellen besteht. Die Innenwandung dieser Schicht weist eine Cuticula auf, desgleichen die Epidermis des jetzt folgenden Perisperms.

Nymphaea lotus.

Der Same gleicht in seinem Habitus und inneren Bau fast vollständig dem von N. coerulea, ist nur etwas kleiner.

Abweichend von der vorhergehenden Beschreibung, sind hier die Innenwände der Epidermiszellen kaum, die Außenwändig dagegen unförmig verdickt, so daß das Lumen schwer zu erkennen ist. — Auch hier besitzt die innere Wand der Pigmentschicht eine Cuticula, desgleichen die Perispermepidermis.

Victoria regia.

Der Same ist kugelig bis ellipsoidisch, grünlich oder grünlich-schwarz, glänzend.

Aehnlich wie bei Euryale ferox stellt die von einer dicken, glatten, stark lichtbrechenden und an den Zellgrenzen weit nach innen vorspringenden Cuticula überzogene Epidermis eine Palisadenschicht dar. Die Zellwände sind stark gewellt, jedoch nimmt nach innen zu die Wellung mit dem Querdurchmesser ab. Am stärksten verdickt ist die Außenwand, sie ist, gleich den andern Wandungen, von in der Flächenansicht fleck- oder strichförmigen Poren durchsetzt, die am Anfang breiter als am Ende und hin und wieder verzweigt sind. Hierauf folgen drei bis vier Reihen tangential gestreckter, dickwandiger, stark getüpfelter Zellen mit braunem Inhalt, auf diese eine mächtige Schicht mäßig dickwandigen, zusammengepreßten Parenchyms mit unregelmäßig verlaufenden Zellumina. Abgeschlossen wird die Samenschale durch eine ebenso wie bei den Nymphaeaarten beschaffene einreihige Pigmentschicht.

Ueber das Perisperm zieht sich auch hier eine starke Cuticula hin.

Die in den Samenschalen der Nymphaeaceen vorhandenen Farbstoffe erwiesen sich sämtlich als gerbstoffhaltig.

Ranunculaceae [1, 9].

Nigella sativa (14° C).

Der Same ist eiförmig, schwarz bis schwarz-braun, mit deutlich grubiger Oberfläche.

Die Zellen der von einer Cuticula überzogenen Epidermis besitzen verhältnismäßig dünne, von sepiabraunem Farbstoff durchtränkte Membranen. Ihre Außenwandungen sind zu stumpfen bis konischen Papillen ausgezogen. Anschließend folgt eine meist vierreihige Schicht zartwandiger, plattgedrückter Zellen, hierauf eine Lage rechteckiger, tangential gestreckter, dickwandiger Zellen, mit gelbbraun gefärbten Wänden und sepiabraunem Inhalt.

Die Epidermis des Endosperms weist eine dünne Cuticula auf.

Sämtliche Farbstoffe der Testa sind gerbstoffhaltig.

Papaveraceae (11,2° C) [1, 9, 4, 15, 16].

Glaucium luteum. — Papaver somniferum.

Glaucium luteum.

Der Same ist rundlich bis eiförmig, schwarzbraun, deutlich grubig, an einer Seite scharfkantig. Erst nach längerer Einwirkung von Eau de Javelle und nachheriger Anwendung von Chlor-Zink-Jod und Sudan III werden die einzelnen Bestandteile der Testa deutlich.

Die Außenwände der von einer kaum wahrnehmbaren Cuticula überzogenen Epidermiszellen sind stark verdickt. Ihr äußerer Teil färbt sich mit Chlor-Zink-Jod blau und zeigt dann radial orientierte, abwechselnd hell- und dunkelblaue Linien. Der innere Teil der Außenwände färbt sich mit Chlor-Zink-Jod gelb, mit Sudan III jedoch nicht, ist demnach als verholzt anzusehen. Diese Schicht ist erheblich dünner als die zu äußerst liegende und an ihrer Außenfläche dicht mit kegelförmigen Erhebungen übersät; sie löst sich nach der Behandlung mit Quellungsreagentien von der über ihr liegenden Schicht leicht ab und erscheint dann gewellt. Die Seitenwandungen sind dünn und am trockenen oder nicht lange genug gequollenen Querschnitt schwer sichtbar, da dann die Außenwände der Epidermiszellen noch fest gegen die subepidermalen Schichten gepreßt sind. Die Epidermiszellen sind farblos; daher wird der äußere Teil ihrer Außenwände leicht übersehen und nur der innere, papillierte, stärker lichtbrechende Teil tritt hervor und erweckt den Eindruck einer Stäbchencuticula. — Die nächstinnere Schicht ist verholzt. Ihre Zellen sind radial gestreckt, Außen- und Innenwände derselben konvex, die Seitenwände parallel, d. h. eine konvex, die andere konkav gewölbt. Die Zellen zeigen ferner eine besonders im äußeren Teil deutliche Kammerung in zahlreiche mehr oder weniger regelmäßig parallelepipedische Räume, deren Lumen fast ganz von einem Oxalatkristall ausgefüllt ist. Die Anwesenheit von Kristallen erkennt man am besten im Polarisationsmikroskop, wo die ganze subepidermale Zellschicht als leuchtendes Band in die Erscheinung tritt. Je 12 bis 15 dieser Zellen bilden am Querschnitt

eine Einbuchtung, indem die mittleren Zellen nur halb so hoch sind als die Seitenzellen. Ueberträgt man diese Verhältnisse ins Räumliche, so ist die Erklärung für die grubige Beschaffenheit der Samenoberfläche gegeben. — Die nächste Schicht weist eine dünne Cuticula auf und besteht aus einer Reihe mäßig dickwandiger, tangential zusammengepreßter Zellen, deren Lumen von geringer radialer Ausdehnung ist. Hieran schließt sich eine nur nach starker Quellung wahrnehmbare, obliterierte Zellreihe, an diese eine Lage großer, rechteckiger, tangential gestreckter Zellen mit netzfaserig strukturierten Wandungen. — Sämtliche supepidermalen Schichten der Samenschale sind braun bis braun-schwarz gefärbt und gerbstoffhaltig.

Die Endospermepidermis besitzt eine mäßig dicke Cuticula.

Papaver somniferum.

Der Same ist hellbraun, deutlich grubig, nierenförmig.

Auf dem unbehandelten Querschnitt gleicht die Testa einem zackigen, strukturierten, braunen Band, dessen Farbstoffe sich als gerbstoffhaltig erweisen. Nach Behandlung mit Eau de Javelle und längerer Einwirkung von Chlor-Zink-Jod werden die Strukturen der Samenschale vollkommen deutlich.

Die Epidermis besteht aus großen, tangential gestreckten Zellen, mit stark verdickten Außenwänden. Diese sind ins Zellinnere leicht eingesenkt und bedingen die grubige Beschaffenheit der Samenoberfläche. Seiten- und Innenwandungen sind zart, letztere gewellt. Als Inhalt bergen die Epidermiszellen reichlich Kristallsand. Hierauf folgt eine Reihe zartwandiger, gleichfalls tangential gestreckter Zellen, deren Breite ungefähr $^1/_5$ der der Epidermiszellen beträgt. Unter dieser Schicht liegt eine von einer Cuticula überzogene Reihe radial zusammengepreßter, dickwandiger Zellen mit spaltförmigem Lumen; ihre Wände sind nach Michalowski fast unsichtbar fein porös. Die Elemente der nächsten Zellreihe sind quadratisch bis tangential gestreckt, ihre Membranen weisen fein-netzfaserige Verdickungen auf. Hierauf

folgt eine Lage tafelförmiger, dicht aneinander stoßender, dünnwandiger, äußerst kleinlumiger Zellen.

Ueber das Endospern zieht sich eine dünne Cuticula hin.

Cruciferae (8⁰ C) [21, 1, 15].

Cochlearia offic. — Senebiera coconopus.

Cochlearia officinalis.

Der Same ist rotbraun bis schwarz-braun, eiförmig, matt und erscheint unter der Lupe dicht körnig punktiert.

Die von einer mäßig dicken Cuticula überzogene Epidermis besteht aus großen quadratischen bis rechteckigen Zellen, deren Außenwände beträchtlich verdickt und papillenförmig vorgewölbt sind. Auf ihrer Innenseite zeigen die Papillen feine radiäre Streifung. Hierauf folgt eine Reihe dünnwandiger, radial stark zusammengepreßter, erst nach Anwendung von Quellungsreagentien deutlich werdender Zellen; auf diese eine Lage großer, kubischer, inhaltloser Zellen, deren Wände verkorkt sind. Als letzte Schicht der Testa folgen ungefähr 6 Reihen tangential gestreckter, zusammengepreßter, am unbehandelten Schnitt als brauner Streifen sichtbarer Zellen von zart parenchymatischer Natur.

Ueber die Endospermepidermis zieht sich eine dünne Cuticula hin.

Die Membranen der innersten Schicht der Testa, ferner die eben erwähnte Cuticula sind braun gefärbt, und schwärzen sich intensiv mit Eisenchlorid, was auf reichliche Anwesenheit von Gerbstoff deutet. Die übrigen Elemente der Samenschale zeigen gelbe bis bräunliche Färbung und auf Zusatz von Eisenchlorid keine Veränderung.

Senebiera Conoropus.

Die graugelbe Frucht ist meist zweiteilig, rund, abgeflacht, von rauher, gefalteter Oberfläche. Wie das Querschnittsbild belehrt, beruhen die Niveauunterschiede der Pericarpoberfläche auf den in sehr verschiedener

Mächtigkeit auftretenden beiden äußersten Zonen der Fruchtwand. Jedoch liegt in dieser ungleichen Ausgestaltung eine gewisse Regelmäßigkeit, die dem Querschnitt einer Halbfrucht ein ungefähr sternförmiges Aussehen verleiht.

Zu äußerst liegt ein dünnwandiges, weitmaschiges, von einer Cuticula überzogenes Parenchym, das in den Zackentiefen 4- bis 5-, in den Spitzen höchstens 2- bis 3-reihig ist. Seine Wände sind meist fein-netzfaserig verdickt. Hierauf folgt ein dickwandiges, großlumiges Gewebe, das in den Zackenspitzen ungefähr doppelt so mächtig auftritt, wie in den Tälern und, hier und da, ohne scharfe Abgrenzung in die nächste Schicht, mehrere Reihen englumiger, runder Sklereïden, übergeht. Nach innen abgeschlossen wird das Pericarp durch eine Reihe zur Längsachse der Frucht senkrecht orientierter, fein getüpfelter, langgestreckter Zellen. — Die Zellen der beiden äußeren Schichten bestehen in den an das Lumen grenzenden Partien noch aus Zellulose, sind jedoch im übrigen verholzt. Die dritte Schicht erweist sich als vollkommen verholzt.

Die Strukturen der Testa werden erst nach längerer Quellung übersichtlich. — Zu äußerst liegt eine Reihe tangential gestreckter Zellen, deren Außen- uud Innenwände derartig verdickt sind, daß das Lumen strichförmig erscheint. Hierauf folgt eine Reihe dünnwandiger, unverdickter Zellen mit eingesunkenen Außenwänden. Die Zellen der beiden nächsten Lagen sind groß, polygonal, dickwandig und verholzt. Eine sich hieran anschließende Schicht tangential gestreckter, großer, dünnwandiger Zellen besitzt verkorkte Membranen. Nach innen abgeschlossen wird die Testa durch eine dünne, obliterierte Zone.

Die Epidermis des Endosperms ist von einer zähen Cuticula überzogen.

Resedaceae [1, 15].

Reseda luteola (14° C).

Der Same ist rundlich-nierenförmig, braun, matt glänzend.

Die von einer dünnen Cuticula überzogenen Epidermiszellen sind nach außen etwas vorgewölbt, tangential gestreckt und besitzen schwache Seiten- und Innenwände. Ihre braun gefärbten Außenwände sind stark verdickt, bestehen aus mehreren bezüglich ihrer Beschaffenheit differenzierten Schichten und besitzen eng aneinander liegende, halbkreisförmig in das Zellumen ragende Vorwölbungen Auf die Epidermis folgt eine Reihe zartwandiger, isodiametrischer Zellen, die hin und wieder einen Oxalatkristall enthalten. Die Elemente der jetzt zur Beobachtung gelangenden Hartschicht sind sklerenchymatische Prosenchymzellen; sie sind porös, gleichmäßig verdickt und besitzen ein spaltenförmiges bis punktförmiges Lumen. Weiter folgen zwei Lagen zarten, zusammengepreßten Parenchyms mit fein-netzfaserigen Wandverdickungen.

Die Endospermepidermis besitzt eine Cuticula.

Rosaceae [1, 4, 9, 15].

Comarum palustre (8^0 C).

Die Frucht ist klein, ungefähr einen halben Millimeter lang, eiförmig, schwarz, glänzend.

Von außen nach innen gehend, bemerkt man am Pericarp zunächst drei Reihen tangential mäßig gestreckter, dünnwandiger, inhaltloser Zellen, deren Membranen von schwärzlichem Farbstoff durchtränkt sind. Hierauf folgt eine aus ungefärbten, inhaltslosen Sklereïden bestehende Hartschicht, deren oberste drei Lagen im Querschnitt ein punktförmiges, deren innere dagegen ein doppelkeilförmiges Lumen zeigen. Porenkanäle waren nirgends zu bemerken.

Die Testa weist drei Schichten auf. Zu äußerst liegt ein in sich geschlossener, überall gleich breiter Kreisring, der sich aus polygonalen bis rechteckigen, dünnwandigen, in ungefähr vier Lagen auftretenden Zellen zusammensetzt. Sie sind grünlich gefärbt und zart getüpfelt. Als zweite Schicht sind zwei Reihen stark znsammengepreßten, dünnwandigen Parenchyms zu bemerken, dessen Membranen gelbe Färbung zeigen. Hierauf folgt eine Reihe unverdickter, verkorkter Zellen,

die mit homogenem braunen Inhalt erfüllt sind. — Die Farbstoffe sämtlicher Schichten der Samenschale sind gerbstoffhaltig.

Rutaceae [1, 4, 15, 20].

Ruta graveolens (14° C).

Der schwarze, hornförmig gekrümmte Same ist kantig und von grubig - körniger Oberflächenbeschaffenheit.

Ueber die Epidermis zieht sich eine Cuticula hin, die aus feinen, zur Außenfläche der Epidermiszellen senkrechten Stäbchen besteht. Durch Sudan III konnte ich jedoch keine Rotfärbung erzielen, wie sie sonst cutinisierten Medien zukommt. Die Epidermiszellen sind meist papillenförmig vorgewölbt, wodurch die feinere Punktierung der Samens hervorgerufen wird. Die grubige Beschaffenheit seiner Oberfläche rührt von Vorwölbungen bezw. Einsenkungen subepidermaler Gewebepartien her, die Niveauunterschiede in der Stellung der Epidermiszellen bedingen. Auf unbehandelten Querschnitten erscheint die Testa als braunes, streifiges Band. Die Epidermiszellen sind bereits hier überall deutlich zu erkennen und lückenlos von einer homogenen, grauen Masse erfüllt; den gleichen Inhalt zeigen die zu Streifen zusammengepreßten Zellen des unter ihnen liegenden Gewebes; der Zellinhalt sowie die Zellmembranen der Testa enthalten Gerbsäure.

Erst nach Anwendung von Quellungsmitteln werden die Strukturen der Samenschale deutlich. Die Epidermiszellen sind meist radial gestreckt, ihre Außenwände, wie bereits erwähnt, papillenförmig vorgewölbt. Außen- und Innenwände sind verdickt, desgleichen der obere und untere Teil der Seitenwände. Auf die Epidermis folgt eine schmale, gelbliche, lichtbrechende Zone, darauf eine Lage großlumiger Zellen mit gewellten Seitenwandungen. Drei bis vier weitere Zellreihen von gleicher Beschaffenheit, jedoch mit verkürzten Seitenwänden, werden ebenfalls durch je eine derartige, lichtbrechende Zone getrennt. Abgeschlossen wird die Testa durch eine Reihe ungefähr quadratischer, dünn-

wandiger Zellen mit fein-netzfaserig strukturierten Wänden. — Sämtliche Membramen und Verdickungsmassen der Samenschale bestehen aus reiner Zellulose.

Die Endospermepidermis weist eine mäßig dicke Cuticula auf.

Staphyleaceae.

Staphylea pinnata (14° C).

Der Same ist erbsengroß, flaschenförmig, glänzend, braun.

Die von einer zarten Cuticula überzogene Testaepidermis besteht aus quadratischen, allseitig dickwandigen Zellen mit braunem, durch Eisenchlorid sich schwärzendem Inhalt und schwach vorgewölbten Außenwänden. Unter ihr liegen 15 bis 20 Lagen großer, bis zum Verschwinden des Lumens verdickter Zellen mit gewelltem Umriß; die Verdickungsmassen zeigen deutliche Schichtung und sind von feinen Poren durchsetzt. Hieran schließen sich ebensoviele Reihen ziemlich weitlumiger, gleichfalls poröser Sklereïden. Zwischen dieser Schicht und der vorhergehenden sind nur Gewebsbrücken vorhanden, die lange, regelmäßig auftretende Risse freilassen. Hier und da sind Reste dünnwandigen, obliterierten Parenchyms als vierte Schicht der Samenschale zu entdecken.

Ueber das Endosperm zieht sich eine mächtige Cuticula hin.

Sapindaceae [10].

Cardiospermum Halikakabum (14° C).

Der Same ist kugelig bis eiförmig, seine Oberfläche matt, schwarz, in der Gegend des Hilums weiß. Diese Stelle besitzt einen herzförmigen Umriß und besteht aus einer, der Epidermis aufliegenden, ungefähr zwanzig Reihen mächtigen Schicht inhaltsloser, kleiner Zellen von zart parenchymatischem Charakter. Sie zeigt in den direkt an die Epidermis angrenzenden Gebieten mit Chlor-Zink-Jod Gelbfärbung, in den äußeren Regionen Blaufärbung.

Der ganze Same wird umhüllt von einer festen Cuticula, nur über der eben behandelten herzförmigen Stelle fehlt sie und wird ersetzt durch die oben er-

wähnten verkorkten Partien. Unter ihr liegt eine Reihe kleiner, quadratischer, oft schwer zu erkennender Zellen, die mit dem oberen Teil der darunter liegenden, als Palisadenschicht ausgebildeten Zelllage eine deutlich lichtbrechende Zone bildet. Die Elemente der eben genannten Schicht bestehen aus langgestreckten, dickwandigen Zellen, deren Lumen sich von innen nach außen verengert und je einen Oxalatkristall birgt. Dieser unterscheidet sich bei Beobachtung durch das Polarisationsmikroskop von den gleichfalls und zwar grell weiß aufleuchtenden epidermalen und Palisadenpartien durch einen feinen bläulichen Schimmer. Hierauf folgen ungefähr 30 bis 50 Reihen stark zusammengepreßter, mäßig dickwandiger, poröser Zellen, deren Wände gelb gefärbt, deren Lumina von einer braunen, homogenen Masse lückenlos erfüllt sind. Die Zellen dieser Zone nehmen von außen nach innen an Größe zu. Als nächste Schicht ist eine am unbehandelten Querschnitt als braunes Band erscheinende Partie zu nennen, die nach Quellung 10 bis 15 Reihen tangential gestreckter, beiderseits zugespitzter Zellen aufweist. — Sämtliche Farbstoffe der Testa sind gerbstoffhaltig. — Die Membranen und Verdickungsmassen aller Bereiche der Samenschalen bestehen aus reiner Zellulose.

Ein die Samenschale gegen die Kotyledonen abschließender dünner, lichtbrechender Streifen ist wohl in Analogie der von Harz für Aesculus Hippocastanum geschilderten Verhältnisse als Ueberrest des Peri- und Endosperms aufzufassen. Zellstrukturen lassen sich hier nicht mehr erkennen. Einige Stellen dieses in Chlor-Zink-Jod blauen Bandes zeigen eine feine, gelbe Linie, die wohl als erste Erscheinung einer in Bildung begriffenen Cuticula zu deuten ist.

Nach 30tägigem Aufenthalt im Meerwasser zeigte die weiße, herzförmige Stelle leichte Ergrauung.

Oenotheraceae (11,2° C.) [10, 15].

Jussieua angustifolia. — Trapa natans. — Trapa verbanensis.

Jussieua angustifolia.

Der winzig kleine Same ist spindelförmig, gelb bis

gelbbraun, von glänzender Oberfläche. Am unbehandelten Querschnitt erscheint die Testa graugrün bis graugelb. Ihre Farbstoffe sind gerbstoffhaltig.

Ueber die Epidermis zieht sich eine feine, in Eau de Javelle zu Tropfen zerfließliche Cuticula hin. Die Epidermis selbst besteht aus äußerst zartwandigen, stark zusammengepreßten Zellen, die oft erst nach mehrfachen Bemühungen, lang anhaltender Quellung und sorgfältigster Behandlung mit Chlor-Zink-Jod einigermaßen deutlich sichtbar gemacht werden können. Jetzt folgt eine Reihe braungelblicher, rechteckiger, tangential gestreckter, inhaltloser, verkorkter Zellen, die an ihrer Außenfläche fein gekörnelt sind. — Auffällig ausgebildet ist die nächste Schicht, die von Kaiser auch für den Samen von Oenothera biennis angegeben wird. Ihre Elemente sind stark lichtbrechend, verholzt, gleichzeitig kristallhaltig. Die Untersuchung Kaisers, der die Bildung dieser Zellen entwicklungsgeschichtlich verfolgt hat, machen ihren Bau verständlich. Nach K. „verdicken die in der Samenanlage zartwandigen Zellen allmählich ihre Innenwände. Während diese Verdickung Platz greift, füllt sich das Lumen mit Oxalatkristallen — und zwar mit Einzelkristallen — verschiedenster Größe an. Diese werden von den Verdickungschichten bedeckt und liegen dann schließlich völlig in der mächtig entwickelten Wand eingebettet. Ihre Kristallnatur tritt am schärfsten bei der Beobachtung mit gekreuzten Nicols hervor. Im tief dunklen Gesichtsfelde leuchtet hierbei die in Rede stehende Zellschicht wie ein Gesteinsgefüge auf, während alle anderen Gewebsmassen ausgelöscht sind." Hierauf folgt eine Lage quadratischer bis rechteckiger, stark verdickter Zellen mit tangential gerichtetem, spaltförmigem Lumen. Der Inhalt ist dunkelbraun bis schwarz. Unter dieser Schicht liegt eine Reihe tangential gestreckter, verkorkter Zellen, deren Innenwände feine Körnelung zeigen. — Dann folgt eine aus der Obliteration des Nucellusrestes entstandene Zone. — Ueber die Epidermis der Kotyledonen zieht sich eine Cuticula hin.

Trapa natans. — Trapa verbanensis.

Frucht- und Samenschale von Trapa natans und Trapa verbanensis stimmen in ihrem Bau fast vollkommen überein; die Früchte unterscheiden sich nur durch ihren Habitus. Und zwar ist die Frucht von Trapa natans schwarzgrün, kegelförmig, seitlich zusammengedrückt; in der Mitte der flachen Seiten sitzt je ein langer, leicht gebogener Stachel auf. Die beiden die lange Achse der elliptischen Grundfläche begrenzenden Pole sind zu gleichgestalteten Stacheln ausgezogen, die Mitte der Grundfläche zu einer kurzen, umwallten, trichterförmigen Oeffnung, die nach außen durch einen dichten Wimperkranz abgeschlossen ist.

Die Frucht von T. verbanensis ist massiger als die der eben behandelten Art, rosa bis bräunlich, kantig und besitzt nur zwei plumpe Höcker an den Endpunkten der Grundflächenlängsachse. In der Mitte der Grundfläche findet sich auch hier eine trichterförmige Oeffnung.

Ueber die anatomischen Verhältnisse von Pericarp und Testa orientiert man sich am besten durch einen durch die Kegelspitze und die kleine Grundflächenachse geführten Schnitt. Wie bereits Marloth erwähnt hat, besteht der äußere Teil der harten, holzigen Fruchtschale aus 12 bis 15 Lagen von Prosenchymzellen, die bündelweise ineinander verflochten sind. Nach innen folgen weitere 10 bis 12 Lagen, jedoch annähernd parallel gerichteter, im Querschnitt kreisrunder Skleriden. An der Stelle der trichterförmigen Oeffnung, über der die Radicula des Embryos liegt, ist das Pericarp röhrenförmig ausgezogen. Das Rohrinnere wird von weitmaschigem, dünnwandigen, verholzten Gewebe ausgefüllt. — Die Farbstoffe der Fruchtschale sind gerbstoffhaltig.

Die Testa der beiden hier untersuchten Trapa-Arten ist am mächtigsten im mittleren Teil der Mantelfläche des kegelförmigen Samens ausgebildet und besteht dort aus drei Schichten. Zu äußerst liegen 4 bis 6 Lagen dünnwandiger, rechteckiger Zellen; hierauf folgen 6 Reihen gleichgestalteter verkorkter Zellen, auf

diese wieder mehrere Reihen von Zellen der ersten Art. Nach der Kegelspitze und -basis zu nimmt die Testa an Mächtigkeit plötzlich ab. Die beiden inneren Zonen schwinden, die äußere allmählich bis auf die äußerste, mehr oder weniger dickwandiger werdende Zellreihe.

Nährgewebe fehlt vollkommen. Ueber die Epidermis der Kotyledonen, deren einer verkümmert, deren anderer dagegen von riesigen Dimensionen, ebenso über die Oberhautzellen des ölhaltigen Embryos zieht sich eine mächtige Cuticula hin.

Umbelliferae [4, 10, 11].

Haloscias scoticum (8° C).

Die bräunliche Teilfrucht ist von halb-ellipsoïdischer Gestalt. Auf der Konvexseite verlaufen drei, an der Grenze von ebener und konvexer Fläche je eine und in der Mitte der ebenen Seite eine Rippe. Die Grenzrippen sind bei weitem am stärksten ausgebildet und erscheinen am Querschnittbilde als lang ausgezogene Fortsätze.

Ueber die Epidermis des Pericarps zieht sich eine dicke Cuticula hin. Im Gegensatz zu Kaiser, der verschiedene Umbelliferensamen beschrieben hat, konnte ich hier nirgends eine Spur von Spaltöffnungen finden. Die Epidermiszellen sind groß, etwas tangential verbreitert und besitzen eine stark verdickte Außenwand. Ihre Membranen sind intensiv von braunem Farbstoff imbibiert. Die zweite Schicht ist zartwandig, am unbehandelten Querschnitt stark zusammengedrückt, ihre Zellwände von gelbbrauner Farbe. Diese Zone ist das Bett der Gefäßbündel und der für die Umbelliferenfrüchte charakteristischen Oelgänge; in jeder Rippe liegt ein Gefäßbündel, zwischen je zwei Rippen drei Oelgänge. Als letzte Schicht der Fruchtschale sind zwei Reihen tangential gestreckter, dünnwandiger, brauner Zellen zu erwähnen, deren Membranen sich als verkorkt erweisen.

Die Testa ist mit dem Pericarp fast überall fest verwachsen, stark zusammengepreßt und nur durch

energische Quellung deutlich zu machen. Sie besteht aus zwei bis drei Reihen dünnwandiger, zusammengedrückter, von einer Cuticula überzogener Zellen. In der Mitte der ebenen Seite des Samens verbreitert sie sich zu einem vielschichtigen Gewebe und wird zum Bett für das Raphebündel.

Die Epidermis des Endosperms besitzt eine dicke Cuticula.

Primulaceae (14 ° C) [15].

Primula Auricula. — Primula japonica.

Die verliegenden Samen der beiden Arten sind von unregelmäßig parallelepipedischer Gestalt, bräunlich bis schwarz, ihre Oberfläche feinkörnig (P. Auricula), bezw. deutlich grubig (P. japonica).

Wie bereits Richter sagt, erscheint der Querschnitt der reifen Samenschale der Primulaceen als braunes, geschichtetes, mehr oder weniger regelmäßig ausgezacktes Band. Der zackige Umriß wird durch die Form der Epidermiszellen bedingt. — Durch Eisenchlorid tritt die auf Anwesenheit von Gerbstoff deutende Schwarzfärbung ein.

Primula Auricula.

Die von einer fein gewellten Cuticula überzogenen Epidermiszellen sind papillenartig vorgewölbt, ihre Wandstärke überall gleich und verhältnismäßig gering. Nur selten finden sich. Spuren eines sepiabraunen, grumösen Inhalts. Die Außenwände zeigen hier und da deutliche Wellung.

Primula japonica.

Auch hier überzieht eine zart gefaltete Cuticula die Epidermiszellen. Ihre Wände sind dicker als bei P. Auricula, die Außenmembranen napfartig in das Zellinnere eingesenkt, dieses selbst von einer grauen, homogenen Masse lückenlos erfüllt.

Die Lumina der jetzt folgenden kleinen, dickwandigen, im Querschnitt quadratischen Zellen bergen je einen größeren (P. Auricula) oder kleineren (P. japonica) Oxalatkristall. An diese einreihige Schicht schließen sich drei bis fünf Lagen zusammengepreßten Parenchyms

an, das bei P. Auricula wohl erhalten, bei P. japonica wesentlich undeutlicher ist.

Die Endospermepidermis besitzt in beiden Fällen eine Cuticula.

Polemoniaceae [1, 8].

Collomia coccinea (14° C).

Der Same ist eiförmig, von schwarzbrauner Farbe und rauher Oberfläche. Bei Benetzung mit Wasser bemerkt man intensive oberflächliche Quellungsvorgänge: der Same umschließt sich mit einem dicken, milchig-glasigen Schleimüberzug.

Hofmeister zeigte, daß die in Frage kommende Quellschicht hier die eigenartig ausgebildete Epidermis sei. In Alkohol- und Glycerinschnitten beobachtet man zunächst eine „scharf absetzende“ Cuticula, darunter die großen, prismatischen, zur Oberfläche des Samens geneigten Epidermiszellen. Ihre Zellwände sind bis zum Verschwinden des Lumens verdickt und zwar ist die Verdickungsmasse gleichmäßig, glasartig, ohne sichtbare Schichtung. Auch die äußersten Lamellen besitzen die der Wandsubstanz eigene Lichtbrechung. Zwischen den Zellen liegen mannigfaltig gestaltete, lufterfüllte Interzellularen verstreut. An der Innenseite der Seitenwandungen verläuft, spiralig gewunden, ein im Querschnitt runder Streifen, der eine geringere Quellungsfähigkeit in Wasser besitzt als die übrige Zellmasse. Bei Benetzung mit Wasser tritt nun Quellung der Epidermiszellen ein und damit eine Längsstreckung. Durch die so entstehenden Spannungsunterschiede wird die Cuticula zerrissen und in kleinen Fetzen abgeworfen. Bei der eben erwähnten Streckung der Epidermiszellen werden auch die Spiralfasern stark ausgedehnt und stellen sich jetzt als einfache, in vielen Umläufen gewundene Bänder dar, die oben und unten allmählich verjüngt endigen. — Auf die Epidermis folgen drei bis vier Lagen grüngelb gefärbter, gerbstoffhaltiger Zellen mit verdickten Wandungen, hierauf eine schmale Zone radial zusammengepreßter, dünnwandiger Zellen, deren innerste Lage stark verdickte Innenwandungen besitzt.

Nach 30tägigem Aufenthalt im Meerwasser waren die für die Epidermiszellen beschriebenen Quellungserscheinungen eingetreten, ferner eine mehr oder weniger weitgehende Entfärbung der subepidermalen Lagen der Testa.

Hydrophyllaceae.

Hydrolea spinosa (14° C).

Der Same ist winzig klein, etwa $^1/_2$ mm lang, hellbraun bis braun, von schlanker, spindelförmiger Gestalt. Seine Oberfläche ist gerieft durch 6 bis 10 meridionale Längsfurchen, die dem Querschnittsbilde ein regelmäßig sternförmiges Aussehen verleihen. Bei Benetzung mit Wasser bemerkt man Quellung eines zarten, den Samen mantelförmig umhüllenden Häutchens. Dieses zeigt sich auf einem trockenen oder in Glycerin oder Alkohol ausgeführten Querschnitt des Samens als ein dünner, graubräunlich gefärbter Ring, der mit der Testa nicht verwachsen ist, sondern ihr nur lose anliegt. Erst durch die bei Wasserzutritt erfolgende Quellung wird die Struktur deutlich. Man erkennt dann, daß das Häutchen von im Querschnitt trapezoidischen, in der Aufsicht polygonalen, inhaltlosen, in einer Schicht auftretenden Zellen gebildet wird, deren Außenwände zu zahlreichen langen Papillen ausgestülpt sind. Die Papillen sind an ihrer Spitze häkchenförmig gekrümmt. Da wir es hier mit einer Wasserpflanze zu tun haben, so ist diese Einrichtung als Schlammanker zu deuten.

Ueber die Epidermis der Testa zieht sich eine lederartige, äußerst starke, braune, deutliche Schichtung aufweisende Cuticula hin. Die Epidermis selbst besteht aus großen, in hohem Maße dickwandigen Zellen mit gelbem körnigen Inhalt, der in alkoholischer Sudan III-Lösung die für Oel charakteristische Reaktion zeigt. Jede Zacke des sternförmigen Querschnitts wird von einer Epidermiszelle gebildet. Ihre Außenwände sind stumpf-kegelförmig vorgewölbt, ihre Seitenwände sehr kurz; die Innenwände aller dieser Zellen bilden einen ununterbrochenen Kreisring. Die farblosen, stark lichtbrechenden Wandungen der Epidermis bestehen aus reiner Zellulose. — Hierauf folgt eine, mehrere Reihen

mächtige, tangential stark zusammengepreßte Schicht dünnwandiger Zellen, die vielleicht als Nährgeweberest aufzufassen ist. — Die Epidermis der ölhaltigen Kotyledonen besitzt eine Cuticula.

Nach 30tägigem Lagern im Meerwasser zeigten sich die für das Quellhäutchen angegebenen Schwellungserscheinungen.

Borraginaceae [1, 15, 19].

Lithospermum officinale. (11,2° C).

Die Frucht ist eiförmig, weiß bis blau-bräunlich, porzellanartig.

Nach Marloth, der die Frucht von L. arvense beschrieb, besteht dort das Pericarp aus sklerenchymatischem Gewebe, dem kohlensaurer Kalk eingelagert ist, während besonders die äußeren Partien stark verkieselt sind. Dieselben Verhältnisse liegen hier vor.

Die Testa ist im äußeren Teil braun-schwarz, im innern gelblich gefärbt und durchweg gerbstoffhaltig. Über die Epidermis zieht sich eine Cuticula. Die Epidermiszellen besitzen verdickte Außenwandungen und sind rechteckig, tangential gestreckt. Unter ihnen liegen mehrere Reihen unregelmäßiger, meist starkwandiger, radial zusammengepreßter Zellen mit spaltförmigem Lumen. Diese Zone führt Gefäßbündel. Hierauf folgt noch eine undeutliche Schicht stark obliterierten Gewebes.

Das von einer Cuticula überzogene Endosperm besteht aus meist einer Reihe dickwandiger, ölhaltiger, tangential gestreckter, farbloser, lichtbrechender Zellen.

Solanaceae [4, 9, 13].

Datura Stramonium (8° C) — Hyoscyamus albus (14° C).

Datura Stramonium.

Der Same ist rundlich bis nierenförmig und von schwarzer Farbe, seine Oberfläche erscheint bereits bei Lupenbetrachtung deutlich grubig strukturiert.

Gleich Lohde fand ich an der Oberfläche der Samenschale eine dünne Cuticula. Die Epidermis ist als Hartschicht ausgebildet und besteht aus Zellen mit

unförmig verdickten Innen- und Seitenwänden. Am stärksten entwickelt sind die tiefbuchtig ineinander greifenden Fußenden. Die Verdickungsmassen zeigen konzentrische Schichtung, im äußeren Teil der Seitenwände werden sie von horizontal verlaufenden, englumigen Poren durchsetzt. An Größe sind die Epidermiszellen nicht immer gleich, wodurch die verschiedene Nivellierung der Testa hervorgerufen wird. Die feinere Punktierung rührt daher, daß die unverdickt gebliebene Außenwand der Epidermiszellen sich in den Napf, den jede Zelle gewissermaßen darstellt, beim Eintrocknen eingesenkt hat. Durch Färbung mit Chlor-Zink-Jod tritt die konzentrische Schichtung der Verdickungsmassen deutlicher hervor, gleichzeitig zeigt sich, daß die äußeren Partien einer jeden Zelle vollständig, die an das Lumen grenzenden erst in geringem Maße verholzt sind. Die Wände der Epidermiszellen sind von braunem oder gelbem Farbstoff durchtränkt und enthalten schwarzes Pigment, das nach Lohde vielleicht als veränderter Ueberrest des einstigen plasmatischen Inhalts aufzufassen ist. — Hierauf folgen noch drei Schichten. Zunächst drei Reihen großer, gelber, tangential gestreckter, dünnwandiger Zellen; auf diese ein am reifen Samen brauner Streifen, der erst nach Einwirkung von Eau de Javelle deutliche Strukturen zeigt. Er besteht aus mehreren Reihen dünnwandigen, obliterierten Parenchyms. An dieses schließt sich eine Lage großer, gelber, radial zusammengepreßter Zellen an.

Die Epidermis des Endosperms weist eine Cuticula von beträchtlicher Dicke auf.

Hyoscyamus albus.

Der Same ist rundlich bis nierenförmig, hellbraun gefärbt, seine Oberfläche fein grubig strukturiert.

Auch hier ist die von einer dünnen, aber deutlichen Cuticula überzogene Epidermis als Hartschicht ausgebildet. Der untere Teil der Seitenwände ihrer Zellen und die Innenwandungen sind stark verdickt; die gelb bis braun gefärbten Verdickungsmassen zeigen konzentrierte Schichtung. Der obere Teil der Seitenwände ist unverdickt, kollabiert daher beim Eintrocknen und

wird außerdem noch von dem dunklen, grumösen, wahrscheinlich aus desorganisiertem Plasma bestehenden Zellinhalt verdeckt, er ist also nur nach Anwendung von Quellungsreagentien deutlich zu erkennen. Die Außenwände der Epidermiszellen fallen beim Austrocken des Samens ein, bilden napfartige Vertiefungen und veranlassen so das punktierte Aussehen der Testaoberfläche. — Hierauf folgt eine drei bis fünf Zellagen mächtige Schicht stark obliterierten Parenchyms, auf diese die von einer Cuticula überzogene Endospermepidermis.

Scrophulariaceae (8^0 C) [2, 4].

Linaria minor. — Digitalis purpurea.

Linaria minor.

Der Same ist schwarz, fein gekörnelt, ungefähr $^1/_2$ mm lang und kegelförmig. Von der Spitze nach dem Grundkreis des Kegels verlaufen 10—12 deutliche Längsfurchen, die dem Querschnittsbilde ein regelmäßig-sternförmiges Aussehen verleihen.

Die eigenartige Ausbildung der Epidermiszellen ist es, die den gezackten Umriß bedingt, und zwar wird jede Zacke durch 3—4 über das Niveau der andern hinausragende Zellen gebildet, derart, daß die mittelste Zelle am höchsten hervortritt, die benachbarten allmählich in das Niveau der niedigen Epidermiszellen übergehen. Die Zacken sind durch 6—7 niedrigerer Zellen getrennt. Die Innenwände sämtlicher Epidermiszellen sind dünn, die Seitenwände netzfaserig verdickt. In den niedrigen Zellen kann jedoch der „allzu geringen Höhe wegen der netzfaserige Typus nicht zum Ausdruck kommen und wird durch 3—4 nebeneinanderstehende Tüpfel ersetzt.“ Die Außenwände der Epidermiszellen sind stark verdickt und besitzen ein punktiertes Aussehen. Auf sehr dünnen Schnitten beobachtete ich, gleich Bachmann, an der Verdickungsmasse drei Schichten: zwei dickere dunklere, die Träger der Körnelung, und eine zwischen beiden befindliche, dünnere und hellere. Diese Erscheinungen bedeuten, wie wohl anzunehmen ist, nichts weiter als eine Dich-

tigkeitsdifferenz. Die Außenwandungen der Epidermiszellen sind tiefbraun, die Seitenwandungen gelb bis hellbraun, beide sind gerbstoffhaltig. Endlich ist noch zu bemerken, daß jede niedrige Epidermiszelle einen kleinen, kegelförmigen Höcker trägt ebenso die hohen Zellen, entweder am Fuße oder höher oben, im letzeren Fall flacher und kleiner. Dadurch wird das gekörnelte Aussehen der Samenoberfläche verursacht. Bachmann bezeichnet die Gebilde als Cuticularzapfen. Ich erhielt jedoch in keinem Fall eine Rotfärbung mit Sudan III, wie sie sonst cutinisierten Medien zukommt. — Hierauf folgt ein dünnwandiges, zu einer Lamelle zusammengepreßtes Zwischengewebe, das erst nach Quellung deutliche Strukturen zeigt. An dieses schließt sich die sog. „quadratische Schicht“ an, die, wie schon der Name sagt, aus quadratischen, tangential schwach gestreckten, ölhaltigen Zellen mit gelben Membranen besteht. Im Gegensatz zu Bachmann kann ich diese Schicht als verkorkt bezeichnen.

Digitalis purpurea.

Der Same ist hellbraun bis braun, ungefähr $^1/_2$ mm lang und schlank parallelepipedisch.

Die Epidermis besteht aus großen, quadratischen Zellen, deren Innen- und Seitenwände eine beträchtlich verdickte, mathematisch regelmäßige Netzfaserung besitzen. Die Außenmembranen sind sehr dünn und hängen weit in die Zelle hinein. Sie sind, gleich den Verdickungsfasern, fast farblos und stark lichtbrechend, die Seiten- und Innenwände dagegen von braunem, gerbsäurereichen Farbstoff durchtränkt. Auf die Epidermis folgt eine strukturlose, erst nach Quellung deutlicher hervortretende Schicht obliterierten Parenchyms, auf diese die wohlerhaltene „quadratische Schicht“. Ihre Zellen sind größer und dickwandiger als bei Linaria minor, jedoch ohne Oelinhalt. Einzelne sind durch Tangentialwände in zwei Tochterzellen geteilt. — Sie erweisen sich gleichfalls als verkorkt.

Cucurbitaceae. [1, 5, 7, 21].

Ecballium Elaterium (14° C).

Der Same ist flach-ellipsoïdisch, braun bis rot-

braun, matt oder glänzend. Bei Benetzung mit Wasser entsteht auf seiner Oberfläche ein dicker, milchig-glasiger Mantel, dessen Zustandekommen auf der eigenartigen Ausbildung der Epidermiszellen beruht.

Die von Fickel für die Epidermiszellen von E. agreste gegebene Beschreibung paßt vollkommen auf die entsprechenden Zellen von E. Elaterium. Nach F. sind die von einer dünnen Cuticula überzogenen Epidermiszellen stark radial gestreckt. Sie sind dünnwandig und haben feine Verdickungsleisten ausgebildet, die den Längswänden lose anliegen, an ihnen auf- und ablaufen und, indem sie an beiden Zellenden scharf umbiegen, einem in mehrfache Windungen zusammengelegten Bindfaden vergleichbar werden. Zwischen je zwei nebeneinander verlaufenden Fäden sind, zur Längsrichtung derselben senkrechte, Verbindungen vorhanden. Die Form der Epidermiszellen ist im Querschnitt ungefähr rechteckig. Läßt man zu einem in Glycerin oder Alkohol angefertigten Schnitt Wasser hinzutreten, so bemerkt man plötzliche Quellung der Wände der zusammengeschrumpften Epidermiszellen und mächtige Streckung der Zellulosefäden. Gleichzeitig werden letztere durch die quellenden Membranen der Epidermiszellen auseinander getrieben und die Cuticula abgeworfen. Die Quellung der Epidermis gibt sich, wie bereits oben erwähnt, makroskopisch durch eine nach kurzer Einwirkung von Wasser erscheinende schleimige Hülle zu erkennen. — Die Braunfärbung des Samens rührt von dem in den Epidermiszellen aufgespeicherten Farbstoff her. — Unter der Epidermis liegt eine Schicht kleiner, quadratischer Zellen mit derben, netzfaserigen Verdickungsleisten. Hierauf folgt eine Lage fest aneinanderschließender, verholzter Zellen. Die Wände zeigen reichlich feine Tüpfelung und sind so stark verdickt, daß das Lumen spaltenförmig erscheint und, von stellenweise auftretenden Erweiterungen abgesehen, strichförmig die Zelle durchzieht. Die Form dieser Zellen ist ungefähr rechteckig und zwar ist die längere Seite in radialer Richtung orientiert. Dieser Schicht reihen sich mehrere Lagen obliterierten, stark zusammengepreßten Parenchyms an.

Das Perisperm besitzt eine mächtige, zackenartig zwischen seine Epidermiszellen einspringende Cuticula.

Campanulaceae [1, 9].

Campanula rotundifolia (8° C).

Der Same ist ungefähr $^1/_2$ mm lang, spindelförmig, fahlgelb, glänzend.

Die Epidermis besteht aus kleinen, quadratischen Zellen mit schwach verdickten Außenwandungen. Ihr Lumen erscheint hammerförmig, weil die Seitenwandungen nur in der Mitte verdickt sind. Diese Verdickungen sind farblos bis hellgelb, die Zellmembranen hellgelb bis gelbbraun. An der Innenwand der Epidermiszellen haften Ueberbleibsel des früheren Inhalts. Hierauf folgt eine homogene, gelbbraune Zone, die erst nach Behandlung mit Quellungsmitteln zarte Strukturen zeigt. — Die Farbstoffe der Samenschale sind gerbstoffhaltig; sämtliche Elemente der Testa bestehen aus reiner Cellulose.

Die Endospermepidermis weist eine Cuticula auf.

Farne.

Acrostichum aureum (11,2 ° C).

Die winzigen, gelben Sporen färben sich nach Aufhellung mit Eau de Javelle durch Sudan III rot, sind also cutinisiert.

Teil II.

Samen, bezw. Früchte, die im Meerwasser erhebliche Veränderungen erlitten.

Convolvulaceae [9, 10, 13].

Pharbitis hispida (14° C).

Die von Kaiser für den Samen von Ipomoea purpurea gegebene Beschreibung paßt fast vollkommen auf den völlig gleichgestalteten Samen von Pharbitis hispida. — Auf einige Abweichungen komme ich weiter unten zu sprechen.

Die vorliegenden Samen von Pharbitis hispida haben die Gestalt von Kugeloktanten, sind ziemlich scharfkantig und von sepiabrauner Farbe. Ihre Oberfläche ist glanzlos und strukturiert. Die gewölbte Wand bezeichnen wir als Außenfläche, die beiden anderen als Seitenflächen.

Die Epidermiszellen sind auf der ganzen Oberfläche des Samens zu Papillen ausgezogen. Jedoch stehen diese nicht senkrecht auf der Samenoberfläche, sondern decken sich vielmehr dachziegelartig; ihre Wände sind von sepiabraunem Farbstoff durchtränkt, dieselbe Farbe kommt ihrem Inhalt zu. Die nächstfolgende ist die für die Convolvulaceen charakteristische Palisadenschicht. Auch für diese sind die von Kaiser gefundenen Resultate zu bestätigen. Entwickelungsgeschichtlich ist diese Schicht aus den beiden auf die Epidermis des Integuments folgenden Zellagen durch radiale Streckung und Verdickung hervorgegangen, sie besteht also aus zwei Zellreihen. Es kommen jedoch folgende Modifikationen vor: a) einzelne Zellen der äußeren oder inneren Palisadenreihe erfahren eine Querteilung; b) die unmittelbar unter der Epidermis gelegene

Reihe bleibt strichweise dünnwandig und hat keine radiale Streckung erfahren; dann ist jedoch die dritte Schicht unter der Epidermis palisadenförmig entwickelt. Abweichend von Kaiser fand ich, daß in diesem Fall die Wände der erstgenannten Zellschicht stets verkorkt sind; c) endlich ist noch die Verzahnung zwischen oberer und unterer Palisadenreihe zu beachten. Es ist nämlich als Regel anzusehen, daß die Zellen der einzelnen Palisadenschichten zwar von ungleicher Länge sind, aber doch derart, daß die Gesamtdicke der Hartschicht auf weite Strecken fast unverändert bleibt. Die zahnartigen Vorsprünge der äußeren Palisadenschicht folgen bald dicht aufeinander, bald erst in größeren Zwischenräumen. Auch ist die Tiefe der Verzahnungen mannigfaltigen Schwankungen unterworfen. — Am oberen Rande der äußeren Palisadenschicht verläuft eine „Lichtlinie“. — Auf die Hartschicht folgen mehrere Reihen dünnwandigen, zusammengepreßten Gewebes mit gebräunten Membranen; der die Zellwände imbibierende Farbstoff ist gerbstoffhaltig.

Das jetzt folgende, von einer Cuticula überzogene Endosperm besteht aus zwei Schichten, einer äußeren drei bis vier Reihen starken, wohl erhaltenen Zone (Perisperm?) und einer inneren, völlig verschleimten, dem „Schleimendosperm“. Die Zellen des äußeren Endospermbezirkes besitzen ein ziemlich großes, im Querschnitt polygonales Lumen; der Inhalt besteht aus fettem Oel. Eben dieses Gewebe bildet eine tief in den Samen einschneidende Falte, von Kaiser genau untersucht und „Septum“ genannt, dessen Ebene durch die gemeinsame Kante der beiden Seitenflächen des Samens, in der das Raphebündel verläuft, und den Mittelmeridian der Außenfläche bestimmt wird. Wie man sich durch Querschnitte des Samens vom Scheitel abwärts überzeugen kann, durchsetzt das Septum das Sameninnere in der aus der Figur ersichtlichen Weise. Es bildet demnach eine unvollkommene Scheidewand, die sich an der Innenseite der Außenfläche etwas herabzieht und, von einem bogigen Umriß begrenzt, nach dem untersten Ende des Samen verläuft. Diese geschweifte Kante des Septums zeigt, je weiter man abwärts

schreitet, eine allmählich tiefer werdende Sattelfurche, die schließlich zu einer Gabelung führt. Die Gabel umfaßt „das epi- und das hypocotyle Glied des Embryos und, im Mikropyleteil des Samens, die auf dem Querschnitt kreisrund erscheinende Radicula. Unter der Außenfläche des Samens bildet das ölführende Gewebe zwei schwache, dem Umriß der Radicula folgende Leisten, die schließlich mit der Gabel des Septums unterhalb der Kotyledonen so verschmelzen, daß die Radicula vollständig umschlossen wird.“ Zu bemerken ist noch, daß die Cuticula die Gabeläste des Septums nicht begleitet. — Das jetzt folgende Schleimendosperm sowie der in dasselbe eingebettete Embryo werden also vollständig von der cuticularisierten Schicht umschlossen.

Das Schleimendosperm ist in Spiritusmaterial leicht herauszupräparieren. Seine Zellen lassen ihre Abgrenzung durch Mittellamellen nicht mehr erkennen. Die Schleimmasse ist in den äußeren Partien fein gekörnt, nach außen zu homogen und birgt hier und da lichtbrechende, rundliche Stärkekörner.

Inmitten des Schleimendosperms ruht der Embryo, dessen wellig gebogene, zweilappige Cotyledonen symmetrisch zu beiden Seiten des Septums liegen.

Nach 30tägigem Aufenthalt im Meerwasser zeigten die Samen folgende Veränderungen:

Sie waren ungefähr auf das Doppelte ihres trocknen Volumens gequollen, prall und rundlich. Ferner zeigte sich ein Riß in der Samenschale, dessen Ebene durch den Mittelmeridian der Samenaußenfläche und die ihr gegenüberliegende Kante bestimmt wurde. Er setzte ungefähr am oberen Drittel des Meridians an, verlief über den Scheitel des Samens und zog sich in der Kante bis zum untersten Ende derselben. Die Untersuchung erwies, daß infolge des durch die Quellung riesig gesteigerten Innendruckes die Samenschale gerade vor der Oeffnung der Septumfalte geplatzt war. Diese war in ihrer ganzen Ausdehnung auseinandergeklappt. Durch die damit verbundene Streckung war also der Innenraum des Samens vergrößert worden und genügte

so, da eine anderweite Zerreißung nicht eingetreten war, den durch die Quellung bedeutend erhöhten Druckverhältnissen. Die Epidermis sowie die darunterliegenden Partien der Samenschale zeigten weder an der Rißstelle noch an irgend einem anderen Teile der Testa Veränderungen. Der Riß folgte überall den Zellgrenzen, war also durch die Mittellamelle verlaufen und hatte einfach eine Spaltung innerhalb der einzelnen Schichten herbeigeführt. Die Cuticula des Endosperms, die jetzt zur epidermalen Auskleidung der durch den Riß entstandenen Furche geworden, war an sämtlichen Stellen des Samens unversehrt, desgleichen das von ihr überzogene Endosperm und der Embryo. — Vier der dem Meerwasser ausgesetzten Samen zeigten an einer ihrer Seitenflächen einen winzigen Riß, der auf Grund des mikroskopischen Befundes nur durch eine irgendwie vor der Verpackung oder durch Quetschungen auf der Reise entstandene Verletzung hervorgerufen sein konnte. Hier hatte also das Seewasser einen Eingang in das Sameninnere finden können. Das Schleimendosperm sowie der Embryo waren bei ihrer Ankunft vollständig in Fäulnis übergegangen; sie quollen bei dem geringsten Druck als jauchige, nach Schwefelwasserstoff riechende Flüssigkeit an der verletzten Stelle hervor. Eine Zerreißung längs der Septumfalte hatte nicht stattgefunden, vielmehr erwiesen sich sämtliche Schichten der Samenschale, die Cuticula des Endosperms und dessen äußerer Teil (Perisperm?) als völlig intakt und gaben mit Sudan III die für sie am trockenen Samen charakteristischen Reaktionen. Die die Wundränder bildenden Zellen der Samenschale waren zertrümmert, jedenfalls nicht durch einfache Spaltung auseinandergewichen; die in Betracht kommenden Gebiete des äußeren Endosperms hatten ihren Oelinhalt vollständig oder großenteils eingebüßt, die Endospermcuticula war an der beschädigten Stelle der Samen zerfetzt.

Diese Tatsachen berechtigen zu dem Schluß, daß die bisher noch nicht erwähnte Endospermcuticula als das vor den schädlichen Einflüssen des Meerwassers

schützende Element der Samen von Pharbitis hispida zu betrachten ist.

Compositae [1, 9, 11, 14, 15].

Bidens grandiflora (8° C); — Helianthus annuus (14° C); Hieracium umbellatum (8° C); — Xanthium spinosum (8° C).

Bezüglich des Baues des Pericarps kann ich im allgemeinen die Angaben der erwähnten Literatur bestätigen.

Bidens grandiflora.

Die schwarze, langgestreckte Frucht ist vierkantig und zeigt einen quadratischen Querschnitt mit abgerundeten Ecken. Zu äußerst liegen zwei Reihen dünnwandiger, meist farbloser bis hellbräunlicher, stark zusammengepreßter Zellen, deren obere verdickte Außenwandungen besitzt und von einer dünnen, in Eau de Javelle zu Tropfen zerfließlichen Cuticula überzogen ist. Das der Compositenfruchtschale eigentümliche „mechanische System“ erlangt hier vorzugsweise seine Ausbildung in den Kanten. Die sklerenchymatische Zone bildet an diesen Stellen auf dem Querschnittsbilde nach innen geöffnete Bögen, die in der Mitte am stärksten, ungefähr 4 Lagen mächtig sind. Nach den Seiten hin verlaufen sie schmal, wodurch ein aus 1—2 Lagen bestehender, den ganzen Samen umhüllender Sklerenchymzellenmantel zustande kommt. Der äußersten Zellreihe des mechanischen Ringes ist eine sepiabraune bis schwarze, spröde Masse aufgelagert, von im Querschnitt unregelmäßiger Anordnung. „Von der Fläche gesehen, bildet sich“, wie Loose anführt, „eine zusammenhängende Schicht, in der Reihen von weißen Punkten auffallen. Diese rühren von zapfenförmigen Fortsätzen her, durch welche die äußersten mechanischen Zellen eine feste Verbindung dieser Masse mit den darunterliegenden Geweben herstellen.“ Ueber die Natur dieser schwarzen Masse ist in der vorliegenden Literatur noch keine bestimmte Angabe zu finden. — An die Zellen des sklerenchymatischen Systems schließen sich ungefähr vier Reihen zusammengedrückter

Zellen an, die das Bett für Gefäßbündel bilden. — Abweichend von Loose fand ich auch stets in der Mitte jeder Seitenwand des Samenquerschnittes eine schwache Vorwölbung des mechanischen Ringes.

Helianthus annuus.

Die Frucht ist flach eiförmig, zweischneidig komprimiert, glänzend und zeigt deutliche Längsstreifung. Ihre schwarze Farbe rührt von dem braunschwarzen, festen, homogenen Inhalt der Epidermis- und der darunter liegenden Zellen her. Ueber die quadratischen, nach außen verdickten, epidermalen Zellen zieht sich eine dünne, in Eau de Javelle zu Tropfen zerfließende Cuticula hin. Der Epidermis liegen nach innen 3—4 Lagen gleichfalls quadratischer, jedoch allseitig dünnwandiger Zellen an. Das vorwiegende Gewebe des Pericarps ist wieder das des mechanischen Systems, das hier in Form von mächtigen, viereckigen, eng aneinander geschobenen Sklerenchymbündeln auftritt. Ihre Elemente sind dünnwandige Fasern, die außen bedeutend stärker sind als innen, dabei porenreicher und kleinlumiger. Zwischen je zwei Bündeln liegt eine Reihe dünnwandiger, verpreßter Zellen. Kraus und Harz bezeichnen diese Zellen als porös, jedoch gelang es mir nicht, irgendwo eine Spur von Poren zu finden. Dagegen zeigen die 3—4 äußersten dieser Zellen mit Sudan III deutlich die charakteristische auf Verkorkung hinweisende Rotfärbung. — In dem auf die Hartschicht folgenden Parenchym liegen Gefäßbündel; hierauf folgen wenige Reihen polygonaler, feine Netzfaserung zeigender Zellen, an die sich eine Zone dünnwandiger, zerrissener Elemente anschließt.

Hieracium umbellatum.

Die kurze, stäbchenförmige Frucht trägt an einem Ende eine Federkrone und verjüngt sich nach dem anderen etwas. Ihre schwarzbraune Farbe wird durch den dunklen körnigen Inhalt der Epidermiszellen erzeugt.

Diese sind zartwandig, etwas tangential gestreckt, verkorkt und besitzen gewellte Seiten- und Außenwände. An die Epidermis schließt sich das mechanische Gewebe

an. Es bildet an dem kreisförmigen Querschnitt gegen 10 Vorwölbungen, die ebensoviel meridional am Samen verlaufenden Längsrippen entsprechen. Und zwar wechselt jedes Mal eine schwache und eine stärkere Rippe ab. Die Elemente des mechanischen Systems sind langgestreckte, sklerenchymatische Fasern von regelmäßig polygonalem Querschnitt und kleinem Lumen. In den Rippenböden ist die Anzahl der Schichten größer als zwischen den Rippen. Sämtliche Sklerenchymzellen zeigen schwache Tüpfelung. — An die Hartschicht schließt sich ein nur noch in wenigen Resten vorhandenes, dünnwandiges und zerrissenes Parenchym an.

Xanthium spinosum.

Das, nach Marloth, aus dem Hauptkelch hervorgegangene, holzige Fruchtgehäuse ist von hellbrauner Farbe, länglich-eiförmig gestaltet und mit langen, häkchenförmig umgebogenen Stacheln besetzt; auf die von einer Cuticula bedeckte Epidermis folgen mehrere Reihen weitlumigen, dickwandigen, hier und da verkorkten Parenchyms, darauf eine mächtige Schicht unregelmäßig ineinanderverflochtener, schlanker Sklerenchymzellen.

In diese feste Hülle eingebettet, ruhen zwei lange, wurstförmige, schwarzbraune Früchte, jede in einer sie engumschließenden Kammer, doch nicht mit ihr verwachsen.

Die Farbe der Früchte wird durch den sepiabraunen Inhalt der dünnwandigen, zu je einer kleinen Spitze ausgezogenen Epidermiszellen bedingt. Die Membranen dieser Zellen sind verkorkt. Das mechanische System besteht aus kleinlumigen, im Querschnitt regelmäßig-polygonalen Sklerenchymzellen, die fast im ganzen Umfang des mikroskopischen Bildes 4—5 Lagen stark sind und nur schwach angedeutete Vorwölbungen in regelmäßigen Abständen voneinander zeigen. Auf die Hartschicht folgen 4—6 Reihen dünnwandigen, weitlumigen, ölhaltigen Parenchyms.

Die Samenschale ist bei den hier untersuchten Arten von annähernd gleichem Bau und, nach Loose, auch bei allen anderen Kompositen.

Als innerste Schicht ist überall eine Lage großer, tafelförmiger, tangential gestreckter, allseitig gleich verdickter Zellen zu bemerken, deren Wände stets farblos sind, deren Inhalt sich mit alkoholischer Sudan III-Lösung unter Zusammenfließen rötet, also ölhaltig ist. Bei den einzelnen Arten der Familie kommen Schwankungen in der Höhe und Breite dieser Zellen vor, jedoch sind sie überall meist nur in einer Lage vorhanden. Diese Schicht ist auf Grund ihres Inhaltes wohl als Endospermüberrest aufzufassen. — Nach außen folgt darauf überall ein undeutliches, oft auf eine Lamelle zusammengepreßtes Gewebe, das nur selten genaue Zellstrukturen erkennen läßt. Bei Helianthus annuus besteht es aus drei bis fünf Reihen plasma- und ölerfüllter Zellen und, nach Holfert, einer acht bis sechzehn Lagen mächtigen, obliterierten Schicht; bei Hieraciun umbellatum scheint es vollständig resorbiert zu sein, bei Bidens grandiflora sind nur wenige Reihen stark zusammengepreßten, dünnwandigen Gewebes zu finden, bei Xanthium spinosum endlich erscheint es als feiner, undeutlicher Streifen. — Die äußerste Schicht, die Epidermis, wird bei Xanthium spinosum und Helianthus annuus aus großen, ölhaltigen Zellen gebildet, die nach innen flaschenförmig zulaufen und so große Interzellularen bilden. Bei Bidens grandiflora und Hieracium umbellatum sind die Elemente der Epidermis erst nach langer Einwirkung von Eau de Javelle als kleine, zusammengedrückte, inhaltslose Zellen zu beobachten.

Ueber der Epidermis der Testa und der als Endospermüberrest gedeuteten Schicht befindet sich je eine Cuticula. Und zwar ist die der letzt erwähnten Lage mächtiger als die der Testaepidermis.

---

30 Tage lang befanden sich die Früchte in fließendem Meerwasser von der oben angegebenen Temperatur.

Nur Xanthium spinosum zeigte nach dieser Zeit keinerlei Veränderungen. Der makroskopische ebenso wie der mikroskopische Befund deckte sich vollkommen mit dem an der trockenen Frucht.

Bei den drei anderen Arten waren Veränderungen eingetreten, jedoch nicht bei sämtlichen Exemplaren. Am augenfälligsten war der Befund bei den größten der versandten Früchte, denen von Helianthus annuus. Ungefähr 50 % der Früchte dieser Art waren unversehrt geblieben und unterschieden sich weder in Farbe noch Gestalt, makroskopisch noch mikroskopisch, von trockenen Exemplaren. Die anderen 50 % waren mehr oder weniger geplatzt und zwar entweder nur im Verlauf der Kanten oder auch in meridional orientierten Linien. Die epidermalen Schichten waren abgeblättert und hingen als Fetzen an dem darunter liegenden sklerenchymatischen Gewebe. Da, wie oben gezeigt, gerade die Epidermis und die unter ihr liegenden dünnwandigen Schichten die schwarzbraune Farbe der Frucht bedingen, war diese an den so veränderten Früchten verschwunden und hatte einem grauen bis graubräunlichen Ton Platz gemacht. — Bei ungefähr der Hälfte der geplatzten Früchte war der vom Pericarp umschlossene Same in Fäulnis übergegangen und bildete eine jauchige, nach Schwefelwasserstoff riechende Masse. Die Samenschale war nur noch in häutigen Fetzen vorhanden. — Der Same der anderen Hälfte der verletzten Früchte war dagegen wohl erhalten geblieben, nur zeigte die am trockenen Samen weiße Testa hier stellenweise Graufärbung.

In beiden Fällen zeitigte jedoch die mikroskopische Untersuchung der Fruchtwand gleiche Ergebnisse: nur kleine Gebiete der Epidermis und der darunter liegenden parenchymatischen Zellagen waren noch mit dem mechanischen Ring in Verbindung, der größte Teil war an der Berührungsstelle abgerissen. Das die Sklerenchymbündel trennende Gewebe war stellenweise zerfetzt, die Bündel selbst unversehrt. Auf diese Weise erklärt sich die weitgehende Ablösung der Hartschichtmeridiane aus dem Verband des Pericarps.

Ferner zeigte der mikroskopische Befund der nicht in Fäulnis übergegangenen Samen, daß die Samenschale völlig intakt war und bezüglich ölhaltiger und cuticularisierter Zonen genau dieselben Reaktionen gab wie die des trockenen Samens. Die cuticularen Bildungen zeigten nirgends die geringste Spur einer Verletzung.

Angesichts dieser Beobachtungen drängte sich von selbst die Ueberlegung auf, daß, in Analogie der Verhältnisse bei den geplatzten Convolvulaceensamen, die an Testa und Endosperm von Helianthus annuus nachgewiesenen cuticularen Bildungen die vor den schädlichen Einflüssen des Meerwassers schützenden Elemente darstellten. Und in der Tat zeigte, wie bereits die makroskopische, so auch die mikroskopische Untersuchung, daß bei den in Fäulnis übergegangenen Samen die an der Innenwand des Pericarps hängenden Hautfetzen nichts anderes als Bestandteile der zerstörten Testa und des Endosperms und so auch der diesen angehörenden Cuticulabildungen waren. Es müssen also irgendwie, vielleicht durch Quetschungen oder durch Reibungen im Meerwasser nach Loslösung des Pericarps oder durch Verletzungen, die das Aufplatzen des Pericarps selbst verursachte, Öffnungen in der Testa entstanden sein, die dem Seewasser ungehinderten Eintritt in das Sameninnere gestatteten.

Die Cuticula der Testa scheint als schützendes Element weniger in Betracht zu kommen als vielmehr die dicke Cuticula des Endospermrestes; denn Loose berichtet auf Grund seiner Untersuchungen, welche Funktion wohl die farblose, tafelförmige, allen Compositensamen eigentümliche, als Endospermrest ausgelegte Schicht erfülle, daß diese undurchlässig für gelöste Stoffe wäre. Aus wässerigen Lösungen von Eisenvitriol und Methylenblau dränge wohl Wasser in den Samen ein, jedoch keine Spur der Salze. Loose hat in seiner Beschreibung der Samenschale von Helianthus annuus die den Endospermrest überziehende Cuticula nicht erwähnt, folglich wohl von ihrem Bestehen nichts gewußt. Er schreibt daher die dieser bisher stets übersehenen Bildung zukommenden Eigenschaften der unter ihr liegenden Zellreihe zu.

Unter den Früchten von Bidens grandiflora und Hieracium umbellatum befanden sich gleich viel geplatzte und ungeplatzte Exemplare. Die ungeplatzten zeigten makroskopisch sowie mikroskopisch keinerlei Unterschiede von den trockenen Früchten.

Bei den geplatzten waren einerseits solche, deren Inhalt bei geringem Druck als jauchige Flüssigkeit durch die Ritzen der Pericarpwand austrat, andererseits wieder solche, deren Inhalt völlig intakt war. Die mikroskopische Untersuchung der letzteren zeigte, daß die Samenschale und das Sameninnere genau dieselben Eigenschaften besaßen wie am trockenen Samen.

Wegen der geringen Dimensionen der Früchte von Hieracium umbellatum und Bidens grandiflora ließen sich an den Exemplaren mit verfaultem Inhalt nur ungenaue Untersuchungen vornehmen. In Anlehnung an die bei Helianthus annuus erhaltenen Ergebnisse und unter Berücksichtigung des Umstandes, daß die Samenschale aller untersuchten Arten annähernd gleich gebaut ist, ist jedoch auch hier die Annahme zulässig, daß der Fäulnisprozeß durch Eindringen des Seewassers in gewaltsam hervorgerufene Oeffnungen der Testa und des Endospermüberrestes, somit auch der diesen eigenen cuticularen Bildungen bedingt worden ist.

Cucurbitaceae [1, 5, 7, 21].

Luffa acutangula (14° C.)

Der Same ist schwarz, von flach-ellipsoïdischer Gestalt, seine Oberfläche deutlich flach-grubig. Die grubige Beschaffenheit wird durch die in verschiedener Anzahl von Lagen ausgebildete, subepidermale Schicht verursacht.

Die Epidermis besteht aus radial gestreckten, rechteckigen Zellen mit verdickten Außen- und gewellten Seitenwänden. Hierauf folgen 6—10 Reihen quadratischer, nach innen an Größe zunehmender Zellen, deren Wandungen Tüpfelung zeigen und sich als vollständig oder teilweise verholzt erweisen. Die am trockenen Querschnitt kollabierte Epidermis und die ihr zunächst liegende Reihe der subepidermalen Schicht sind von sepiabraunem bis schwarzem Farbstoff erfüllt. — Hier-

auf folgt eine Reihe großer, quadratischer, gleichfalls verdickter und getüpfelter Zellen. Die vierte Schicht der Testa ist als Palisadenschicht ausgebildet und setzt sich aus radial langgestreckten Zellen zusammen. Ihre Seitenwände sind unförmig verdickt, von feinen Poren durchzogen und lassen nur ein strichförmiges, oben und unten strahlig erweitertes Lumen frei. Die an das Lumen grenzenden Partien bestehen noch aus Zellulose, die äußeren sind verholzt. Zwischen beiden Stadien sind Uebergänge vorhanden. — Hieran reihen sich mehrere Schichten zerrissener, weitlumiger Zellen.

Ueber den großen, vollen Kotyledonen liegt in mehreren Lagen das stark zusammengepreßte Perisperm, über dessen Epidermis sich eine zähe Cuticula hinzieht.

Nach 30 tägigem Aufenthalt im fließenden Meerwasser war der größte Teil der Samen unverändert. Bei einigen jedoch war die Testa in der Hilumgegend, der Randlinie des Samens folgend, geplatzt. Hier hatte also das Seewasser ungehinderten Eintritt ins Sameninnere gefunden. Der Inhalt eines Teils dieser Samen war vollständig in Fäulnis übergegangen und quoll bei leisem Druck als schleimige Masse aus den Rißstellen hervor. Als die Testa vollständig geöffnet wurde, fanden sich noch einige häutige Fetzen vor, die auf Grund ihrer mikroskopischen Untersuchung als Teile des Perisperms und der dieses überziehenden Cuticula erkannt wurden. Bei dem anderen Teil der geplatzten Samen war das Sameninnere vollkommen unversehrt: die Cuticula des Perisperms und die Kotyledonen zeigten mit Sudan III dieselben Reaktionen wie am trockenen Samen.

In Analogie der Beobachtungen bei den Convolvulaceen- und Compositensamen zeigt sich auch hier, daß die das Perisperm überziehende Cuticula als das den Sameninhalt vor den schädlichen Einflüssen des Meerwassers schützende Element der Samenschale zu betrachten ist. Es ist anzunehmen, daß bei den Fäulniserscheinungen zeigenden Samen die Cuticula

durch die platzende harte Testa mit zerrissen wurde oder irgendwelche, eine Verletzung herbeiführenden Quetschungen erlitt.

Leguminosae [1, 20, 21].

Papilionatae:

Genisteae: Spartium Junceum (8° C.) Trifolieae: Medicago orbicularis (8° C.) Phaseoleae: Canavalia ensiformis (8° C.) Dolichos Catjang (14° C.) Cajanus indicus (8° C.)

Nach den ausführlichen Untersuchungen Sempolowskis, deren Ergebnisse ich im wesentlichen durchaus bestätigen kann, gilt folgendes allgemein für sämtliche Papilionaceensamen:

An der Testa sind vier Schichten zu unterscheiden: 1) die Epidermis, die als Palisadenschicht ausgebildet ist und aus ungleichmäßig stark verdickten, von einer dickeren oder dünneren Cuticula überzogenen Zellen besteht, 2) die Schicht der mit Interzellularräumen versehenen Säulenzellen (Sanduhrzellen), 3) ein von mehreren Zellreihen gebildetes, stark zusammengepreßtes Parenchym, auf das meist 4) eine pigmentführende, dünnwandige, mehrreihige Zone folgt. Mit der innersten Schicht der Samenschale ist das Gewebe des Endosperms innig verwachsen.

Am stärksten sind die Epidermiszellen in ihrem oberen, der Cuticula anliegenden Teil verdickt, wo das Lumen strichförmig wird oder ganz verschwindet. Wie Sempolowski ausführt, erstreckt sich „die cuticularisierte Schicht der Epidermis bald auf einen größeren, bald auf einen kleineren Raum derselben und verursacht die scheinbare, auf Querschnitten sichtbare Zuspitzung der einzelnen Epidermiszellen, indem sie kegelförmig zwischen sie einbiegt. Diese zugespitzten Partien besitzen eine andere Lichtbrechungsfähigkeit als die zwischen ihnen befindliche cuticularisierte Schicht, heben sich daher von dieser ab. Bei Samen mit glatter Oberfläche verschwindet die cuticularisierte Schicht fast ganz und somit auch die scheinbare Zuspitzung des oberen Teils der Epidermiszellen.“ Die

Verdickungsmassen der Epidermiszellen zeigen am tangentialen Schnitt des Samens feine Poren, die vom Zentrum nach der Peripherie verlaufen. Sie erteilen dem Querschnitt der Epidermiszellen das für die Papilionaceensamen eigentümliche, strahlige Aussehen. Die Lumina der Epidermiszellen sind bei den einzelnen Arten von den verschiedensten Farbstoffen erfüllt und zwar im ganzen Umfange der Schale oder nur stellenweise, wodurch das fleckige Aussehen mancher Samenarten hervorgerufen wird. Die Zellmembranen sind mit einem meist helleren Pigment imbibiert. — Die Farbstoffe der Epidermis sind mehr oder weniger gerbstoffhaltig. — Bei sämtlichen Papilionaceensamen ist zwischen der Cuticula und der Mitte der Epidermiszellen eine Lichtlinie zu bemerken.

Mit Chlor-Zink-Jod färben sich die Epidermiszellen dunkelblau, mit Ausnahme der oben erwähnten, auf Querschnitten zu beobachtenden, scheinbaren Einbuchtungen, die einen wesentlich lichteren Ton annehmen; eine Grünfärbung jedoch — wie sie Sempolowski angibt — konnte ich nicht wahrnehmen. Abweichend von S. fand ich auch, daß sich die Lichtlinie nicht gelb färbt, sondern Clor-Zink-Jod gegenüber das gleiche Verhalten zeigt, wie die Membranen und Verdickungsmassen der Epidermiszellen; sie verschwindet also. Demnach wären die scheinbaren Einbuchtungen zwischen die Epidermiszellen nicht als cutinisiert zu betrachten, da sie die cutinisierten Medien eigentümliche Reaktion Chlor-Zink-Jod gegenüber nicht eingehen; sie scheinen vielmehr aus Zellulose zu bestehen, die bezüglich ihrer Dichte von der der Oberhautzellen differenziert ist.

In der unter der Epidermis liegenden Reihe von Säulenzellen lassen sich bei den hier untersuchten Arten zwei Formen unterscheiden: 1) in der Mitte zylindrische, oben und unten kopfartig erweiterte Zellen (Sanduhrzellen), 2) solche, die die Form von in der Mitte quer durchschnittenen Sanduhrzellen haben. — Bei beiden Formen sind zwischen den einzelnen Zellen weite, lufterfüllte Interzellularräume vorhanden. Die Wände der Sanduhrzellen sind überall gleichmäßig

verdickt. Sie zeigen nach S. leistenförmige Verdickungen und Porenkanäle, die ich jedoch, außer bei Medicargo orbicularis, nirgends finden konnte. Hier und da führen die Sanduhrzellen etwas körnigen, plasmatischen Inhalt.

Die dritte Schicht der Samenschale ist zart parenchymatischer Natur. Sie besteht aus mehreren zusammengedrückten Reihen unregelmäßiger, länglich gestreckter, mit engen Interzellularräumen versehener Zellen, die etwas feinkörnigen, gelblichen Inhalt führen. Die letzten drei bis vier Reihen dieses Gewebes sind meist zur Pigmentschicht ausgebildet. Sie enthalten dann gerbstoffführende Farbstoffe und bilden am unbehandelten Querschnitt einen homogen erscheinenden, der Breite nach wenig veränderlichen Streifen.

Hierauf folgt das mehr oder weniger ölhaltige Endosperm. Wo es am stärksten entwickelt ist, läßt es, nach S., „drei differenzierte Schichten erkennen: 1) die Plasmaschicht, 2) die aus großen, polygonalen, gallertartig verdickten, ölhaltigen, im Wasser aufquellenden Zellen zusammengesetzte Schicht, die ihren Abschluß gegen die Kotyledonen findet in 3) einer schmalen Schicht gallertartig verdickter, tangential zusammengedrückter Zellen.“ Abweichend von S. fand ich bei allen drei untersuchten Arten die Kotyledonen und den Embryo von einer höchst feinen, dem Kotyledonar- und Embryonalgewebe äußerst fest anliegenden Cuticula überzogen. Diese ließ sich mit Sudan III, deutlicher noch mit Chlor-Zink-Jod nachweisen; im letzteren Falle hob sie sich als feine, zarte, gelbe Linie von dem blau werdenden Gewebe ab.

Spartium Junceum.

Der Same ist rotbraun, flach-eiförmig, glatt.

Ueber die Epidermis zieht sich eine dünne Cuticula hin. Die Epidermis selbst besteht aus radial gestreckten, mit schwarzbraunem Pigment erfüllten Zellen, deren Seitenwände im oberen Teil stark verdickt sind, nach unten allmählich dünner werden. Die Wandungen der Epidermiszellen zeigen braune, die Cuticula fast braun-

schwarze Färbung. Unter der darauf folgenden Schicht von Sanduhrzellen liegt die stark zusammengepreßte, gelblich gefärbte, parenchymatische Zone und die hier sehr schmale Pigmentschicht.

Das Endosperm ist an den abgeflachten Seiten des Samens am stärksten ausgebildet und von einer äußerst dünnen, erst nach langer Einwirkung von Chlor-Zink-Jod gerade noch wahrnehmbaren Cuticula überzogen. Die von S. unter 3) angegebene Schicht konnte ich hier nicht wiederfinden.

Nach 30 tägigem Aufenthalt im fließenden Meerwasser waren die meisten Samen völlig unverändert, nur 5 % etwa auf das doppelte ihres trockenen Volumens gequollen, jedoch nirgends geplatzt. Die mikroskopische Untersuchung der unversehrten Samen zeigte völlige Uebereinstimmung mit dem für den trockenen Samen gültigen Befund. Bei den gequollenen waren Teile der Cuticula und, hier und da, die oberen Partien der Epidermiszellen zerstört.

Medicago orbicularis.

Der Same ist gelb und flach-bohnenförmig.

Die Epidermis besitzt eine grüngelbe, zähe, an ihrer Außenfläche fein gekörnelte Cuticula. Die Epidermiszellen scheinen nach außen zugespitzt, was auf die oben erwähnten Dichtigkeitsunterschiede im oberen Teil der Epidermiszellen zurückzuführen ist. Im Lumen und in den Wandungen der Oberhauptzellen ist ein gelblicher Farbstoff abgelagert. — Hier besteht die Sanduhrzellenschicht aus halbsäulenförmigen Elementen, deren Wände, besonders im basalen Teil, leistenförmige Verdickungen und Porenkanäle aufweisen. Die Parenchymschicht zählt drei bis sechs Reihen dünnwandiger, radial zusammengepreßter Zellen, die spärliche Mengen körnigen Plasmas führen. Eine hierauf folgende schmale, graugrün gefärbte Zone ist als Pigmentschicht aufzufassen.

Ueber das kräftig entwickelte Endosperm — ich konnte nur die von S. unter 2) angegebene Schicht finden — zieht sich eine äußerst feine, erst nach langer Einwirkung von Färbemitteln sichtbare Cuticula hin.

Nach 30tägigem Lagern im fließenden Seewasser zeigte der weitaus größte Teil der Samen keinerlei Veränderungen. Zwei oder drei der versandten Exemplare waren vollständig in Fäulnis übergegangen. Brachte man Teile der übrig gebliebenen Masse unter das Mikroskop, so zeigten sich mehr oder minder große Zerfallstücke der Epidermis, eingebettet in grauen Schleim. — Ein Same nur wies weitgehende Zerreißungen der Testa auf bei völliger Erhaltung des Sameninnern. Die mikroskopische Untersuchung lehrte, daß die Cuticula, die sich übrigens tief braun gefärbt hatte, desgleichen die Epidermis vollständig zerfetzt waren, ebenso die darunter liegenden Gewebe bis auf die das Endosperm überziehende Cuticula und das Endosperm selbst. Die Kotyledonen und der Embryo waren unversehrt, doch gequollen.

Canavalia ensiformis.

Der Same hat die Gestalt einer großen, weißen Bohne und besitzt eine glänzende Oberfläche.

In ihrem Bau gleichen die von einer Cuticula überzogenen Epidermiszellen denen von Spartium Junceum, doch sind sie farblos. Die mehrreihige Parenchymschicht zeigt fein-netzfaserig gezeichnete Membranen. Eine Pigmentschicht fehlt, sie wird durch einige Reihen stark zusammengepreßter Zellen angedeutet. Eine hierauf folgende Lage tangential gestreckter, rechteckiger Zellen mit öligem Inhalt ist wohl als Endospermrest aufzufassen; sie wird von einer äußerst zarten Cuticula überzogen.

30 Tage befanden sich die Samen in fließendem Meerwasser. Nach dieser Zeit war die Testa in allen Fällen vollkommen zerstört und hing nur noch in schleimigen Fetzen an den völlig intakten, erst nach Ueberwindung eines großen Widerstandes auseinander zu brechenden Kotyledonen. Der von diesen umschlossene Embryo war gleichfalls vollkommen unversehrt. — Die Kotyledonen waren stark gequollen. — Unter dem Mikroskop erwies sich die schleimige Masse als ein Gemenge zerrissenen, dünnwandigen Gewebes und aus ihrem Zusammenhang gelöster Epidermiszellen.

Dolichos Catjang.

Der Same gleicht in Gestalt, Farbe und Bau dem von Canavalia ensiformis, er ist nur etwas kleiner und runder.

Jede Sanduhrzelle birgt hier einen großen, ihr Lumen ausfüllenden Oxalatkristall. Auf die Sanduhrzellen folgen ungefähr drei Reihen Interzellularen frei lassender Zellen, die Parenchymschicht; hierauf eine breite, stark obliterierte Zone, wohl die farblos gebliebene Pigmentschicht.

Mehrere Reihen dünnwandigen, schwach ölhaltigen, zusammengepreßten Gewebes sind als Endosperm zu deuten.

Nach 30tägigem Aufenthalt in fließendem Meerwasser verbreiteten die Samen einen schwefelwasserstoffartigen Geruch. Die Testa war überall völlig zerfetzt oder zeigte wenigstens mehrere Risse. Die Kotyledonen — stark gequollen — waren auseinander gefallen und fühlten sich schleimig an, waren jedoch unversehrt.

Cajanus indicus.

Der eiförmige, seitlich zusammengepreßte Same ist dunkel- und hellbraun bis rotbraun gefleckt.

Ueber die in ihrer Zusammensetzung der Epidermis der beiden eben beschriebenen Arten gleichenden Palisadenschicht zieht sich eine zarte Cuticula hin. Die Membranen der Epidermiszellen sind hellgelb gefärbt, der Inhalt strichweise hell- bis dunkelbraun. Auf die gelblichen Sanduhrzellen folgt die stark zusammengepreßte Parenchymschicht, hierauf die breite, braune Pigmentschicht. — Die innerste Zellreihe des dünnwandigen, vielschichtigen, hier und da ölhaltigen Endosperms weist auf ihrer Innenseite eine kaum wahrnehmbare Cuticula auf.

Nach 30 tägigem Lagern im fließenden Seewasser zeigte nur ein Same keinerlei Veränderungen, sämtliche anderen waren ungefähr bis auf das $1^1/_2$ fache ihres trockenen Volumens gequollen. Auch hier jedoch hatte sich die Testa, bis auf eine dunklere Färbung, nicht verändert.

Die Leguminosensamen zeigen also neben ihren undeutlichen, keineswegs einheitlichen Cuticularisierungserscheinungen auch ein recht verschiedenartiges Verhalten den Einflüssen des Meerwassers gegenüber.

Bei Spartium Junceum und Medicago orbicularis scheint die Cuticula der Epidermis vollständig wasserundurchlässig zu sein; denn die Mehrzahl der Samen dieser Arten hatten im Meerwasser nicht die geringste Quellung erlitten, wie auch sonst überhaupt keine Veränderung. Bei den Exemplaren, die gequollen waren, zeigten sich Zerstörungserscheinungen an der Cuticula der Epidermis und an der Testa, bei Medicago orbicularis bis auf das Endosperm. Da nur ein sehr geringer Teil der Samen gequollen war, muß man annehmen, daß bei diesen bereits vor dem Einlegen ins Meerwasser Defekte der epidermalen Cuticula vorhanden gewesen oder durch irgendwelche mechanischen Momente während des Aufenthalts im Wasser entstanden sind. Andererseits scheint die das wohl ausgebildete Endosperm dieser beiden Arten überziehende Cuticula wohl durchlässig für das Meerwasser, aber nicht für die in ihm gelösten Stoffe zu sein, da ja auch die gequollenen und äußerlich verletzten Samen ein vollständig intaktes Sameninneres zeigten. Diese Beobachtungen erinnern an die Verhältnisse bei den Convolvulaceen, Compositen und Cucurbitaceen, wo auch gewaltsame Oeffnungen der Testa und Quellung des Sameninnern stattgefunden hatten, ohne daß dieses einen schädigenden Einfluß erlitten. Als schützendes Element war hier die über das Endosperm sich hinziehende Cuticula erkannt worden. Wo diese auch nur die kleinste Verletzung erlitten hatte, war das Sameninnere in Fäulnis übergegangen. Ueberträgt man diese Erfahrungen auf das hier vorliegende Material, so ist das vollständige Verfaulen einiger Exemplare der Samen von Medicago orbicularis dahingehend zu erklären, daß bei diesen neben der Beschädigung der Cuticula der Testa und der Testa selbst, auch eine solche der das Endosperm und wahrscheinlich auch der die Kotyledonen und den Embryo überziehenden Cuticula vorhanden gewesen sein muß.

Die äußerst feine Cuticula der Testaepidermis von Canavalia ensiformis und Dolichos Catjang scheint bei weitem nicht in so hohem Maße wasserdicht zu sein als die der eben behandelten Arten, da auch kein einziges der versandten Exemplare nicht gequollen war. Legt man die Samen in Leitungswasser, so sind allerdings nach mehrstündigem Einwirken desselben noch keine Quellungserscheinungen wahrzunehmen. Halbiert man jedoch die Samen, verschafft man also dem Wasser freien Zutritt zu allem, was unter der Cuticula der Epidermis liegt, so setzt die Quellung mit großer Insensität ein. Das Meerwasser scheint also nach einer gewissen Zeit die Cuticula zu durchdringen, so daß die gleichfalls quellende Testa mit dem riesig aufquellenden Sameninnern nicht mehr Schritt halten kann und von diesem zersprengt wird. Bei Canavalia ensiformis führt es außerdem — dem mikroskopischen Befund nach — einen vollständigen Zerfall der Elemente der Samenschale herbei. Wie oben erwähnt, wird die Testa von Canavalia ensiformis durch eine als Endospermrest aufzufassende Lage tangential gestreckter, rechteckiger Zellen mit öligem Inhalt und einer sie überziehenden Cuticula abgeschlossen. Die Cuticula, die der bei den vorher besprochenen Samen erwähnten, für die schädlichen Bestandteile des Meerwassers undurchlässigen inneren Cuticula entspricht, mag auch hier dieselbe Fähigkeit besitzen. Jedoch wird sie für ihren Zweck illusorisch, da sie von den sich allzu sehr vergrößernden Kotyledonen gleich der Testa zersprengt wird. Ihre Aufgabe scheint vielmehr von der direkt die Kotyledonen und den Embryo überziehenden Cuticula übernommen zu sein; denn Kotyledonen und Embryo waren in allen Fällen vollkommen intakt. — Bei Dolichos Catjang waren die Kotyledonen meist auseinander gefallen. An der Trennungsstelle war so eine Oeffnung durch die die Kotyledonen und den Embryo überkleidende Cuticula geschaffen und damit freier Zutritt für das Seewasser. Auch hier waren die Kotyledonen unversehrt, doch die ersten Laubblättchen teilweise in Fäulnis übergegangen, worauf wohl der dem Samen anhaftende, schwefelwasserstoffartige Geruch zurückzuführen ist.

Bei den Samen von Cajanus indicus scheint die Cuticula der Epidermis nur ausnahmsweise gegen das Eindringen von Wasser beständig zu sein: ein Same nur war nicht gequollen. Anderseits scheint die Testa fester gebaut zu sein als die der eben behandelten beiden Arten, ferner auch das Quellungsvermögen des Sameninneren geringer, da sich überall die Samenschale als völlig unverletzt erwies. Die das Endosperm abschließende, ferner die Kotyledonen und Embryo überziehende Cuticula, beide auf Grund der obigen Ausführungen als schützende Elemente vor den schädlichen Einwirkungen des Meerwassers hinzustellen, scheinen auch hier dieselbe Aufgabe erfüllt zu haben, da das Innere sämtlicher Samen vollkommen intakt war.

Schluss.

Aus der eben gegebenen Darstellung ist zweierlei ersichtlich:

1) das häufige Vorkommen von Cuticularisierungserscheinungen sowohl an Frucht- und Samenschalen wie den Geweben des Sameninnern,

2) die Bedeutung besonders der letzteren.

Wie ich meiner Darlegung vorausschickte, ist die Cuticulabildung an der Oberfläche von Frucht- und Samenschalen eine allgemeine, längst bekannte Erscheinung. Anders steht es jedoch mit der Kenntnis von cuticularen Bildungen an der Innenseite von Pericarp und Testa, zwischen den Zellreihen der Testa und auf der Oberfläche von Perisperm und Endosperm. Hierüber geben aus der Fülle entwickelungsgeschichtlicher Untersuchungen von Früchten und Samen nur drei Arbeiten Andeutungen, die in der Einleitung bereits genannt wurden.

In der unten folgenden Tabelle wird eine Uebersicht über die cuticularen Bildungen gegeben, die ich bei der Untersuchung der mir vorliegenden Samen bezw. Früchte beobachtete.

Aus ihr wird ersichtlich, daß von den 30 untersuchten Pericarpien 20 eine die Epidermis überziehende Cuticula besitzen, also 66,66%. Eine Cuticula, die die Innenwand ihrer inneren Epidermis bekleidet, weisen aber nur zwei auf oder 6,66%. — Von den 69 untersuchten Samenschalen zeigten eine Cuticula über ihrer Außenepidermis 42 oder 60,87%, über der inneren Seite der Innenepidermis 5 oder 7,25%. Eine „Zwischencuticula" endlich, nach dem in der Einleitung Gesagten entweder als Cuticula der Innenepidermis des äußeren Integuments oder der Außenepidermis des inneren Integuments zu deuten, besitzen 7 oder 10,15%.

Der Prozentsatz der Samen, deren Perisperm- bezw. Endospermepidermis cuticularisiert ist, beträgt 60

von 69 oder 86,96 %, also fast 90%. Man kann demzufolge die Cuticularisierung des Perisperms bezw. des Endosperms der Samen als eine ziemlich allgemein auftretende Erscheinung hinstellen, die in der Häufigkeit ihres Vorkommens die Cuticularisierung von Pericarp- und Testaepidermis weit übertrifft. Merkwürdigerweise hat Attema, der eine große Anzahl von Samen untersucht, bezw. einschlägige Befunde aus der vorhandenen Literatur zusammengetragen hat, nur bei einigen wenigen die Cuticularisierung des Peri- bezw. Endosperms angegeben.

Bei der Beurteilung der Frage, ob man es in den einzelnen Fällen mit Perisperm oder Endosperm oder mit beiden zu tun hat, habe ich mich im wesentlichen an die Angaben der zur Verfügung stehenden Literatur gehalten, da eine solche Beurteilung in richtiger Weise nur auf Grund entwickelungsgeschichtlicher Untersuchungen möglich ist.

Von 6 unter den 9 Samen (66,66%), deren Peri- bezw. Endosperm gar keine Cuticula aufweist, enthalten die Samenschalen eine bis mehrere Reihen verkorkter Zellen. Diese Erscheinung tritt indessen auch bei Samen auf, wo eine Cuticularisierung des Peri- oder Endosperms nicht fehlt, allerdings nur in verschwindendem Maße, nämlich bei 4 von 60 oder 6,66%. — Auch in den Pericarpien finden sich zuweilen verkorkte Zellreihen, bei der hier vorliegenden Untersuchung von 5 in 30 Fällen oder bei 16, 66%.

Im zweiten Teil meiner Ausführungen zeigte ich, daß bei den durch das Meerwasser auffällig veränderten Samen bezw. Früchten, die das Endo- bezw. Perisperm überziehende Cuticula das eigentliche, den Embryo und die Kotyledonen vor den schädlichen Einflüssen des Meerwassers schützende Element darstellt; sobald diese Cuticula eine Verletzung erlitten und das Meerwasser ungehinderten Zugang zum Sameninnern gefunden hatte, waren Fäulniserscheinungen eingetreten. — Wie weiterhin oben gezeigt wurde, muß diese Cuticula durchlässig für Wasser sein; denn die in Betracht kommenden Samen waren trotz völliger Integrität der Cuticula geschwollen. Die schützende Fähigkeit der Cuticula kann

also nur darin beruhen, daß die im Meerwasser gelösten, dem Sameninnern schädlichen Substanzen wie von einem Filter zurückgehalten werden. Diese Annahme findet z. B. für gelöste Salze in dem oben erwähnten Versuch von Loose ihre Bestätigung. — Ob man die für die Cuticula des Peri- bezw. Endosperms der Convolvulaceen, Compositen, Cucurbitaceen und z. T. der Leguminosen gemachten Wahrnehmungen auch auf die entsprechenden Bildungen anderer Samenarten ausdehnen darf, müßte erst ein umfassender Versuch lehren; jedenfalls spricht die allgemeine Verbreitung gerade dieser cuticularen Bildungen auch für die Einheitlichkeit ihrer Leistung.

Wie oben erwähnt, finden sich bei 66,66% der Samen, deren Peri- bezw. Endosperm einer Cuticula entbehrt, Ausbildungen von verkorkten Zellreihen in der Testa. Wahrscheinlich ist hierin ein Ersatz für die den inneren Geweben mangelnde Cuticularisierung zu suchen. — Als Ergänzung bezw. Ersatz für nur undeutlich ausgeprägte Cuticularisierung des Endosperms (Leguminosen) bezw. für das gänzliche Fehlen von Peri- bezw. Endosperm und damit auch einer diese bekleidenden Cuticula (Trapa) scheint auch die Cuticularisierung der Cotyledonen und des Embryos aufzufassen zu sein, eine Bildung, die, besonders bei manchen Leguminosen, scheinbar allein den Embryo und die Kotyledonen gegen die schädlichen Einflüsse des Meerwassers schützt (Canavalia ensiformis, Dolichos Catjang).

Es bliebe noch übrig, festzustellen, ob aus der Anwesenheit von schützenden Elementen an der Testa oder innerhalb derselben Schlüsse auf die Erhaltung der Keimfähigkeit der dem Seewasser ausgesetzten Samen möglich sind. In diesem Zusammenhange gedenkt Herr Geh. Reg.-Rat Professor Dr. A. Peter die Ergebnisse seiner eingangs erwähnten Versuche demnächst mitzuteilen.

Familie	Art	Frucht					Same					
		Pericarp					Testa				Perisperm	Endosperm
		Untersucht bei	äußere Cuticula	innere Cuticula	verkorkte Zellreihen	Bemerkungen	äußere Cuticula	Zwischen-cuticula	innere Cuticula	verkorkte Zellreihen	cuticula-risiert	cuticula-risiert
Typhaceae	Typha japonica	.	.[1]			1) in Eau de Javelle zu Tropfen zerfliesslich	.					.
Scheuchzeriaceae	Triglochin maritima	.	.									.
Alismataceae	Sagittaria montevid	.	.	.			.	.	.			.
Butomaceac	Limnocharis emarg.						.					.
Gramineae	Anthoxanthum odor.	.	.				.				.	
	Avena sativa	.	.				.				.	
	Elymus arenarius	.	.				.				.	
	Hordeum distich.	.	.				.				.	
	Oryza sativa	.					.				.	
	Secale cereale	.	.				.				.	
	Sorghum vulgare	.	.								.	
	Triticum vulgare	.	.				.				.	
Cyperaceae	Cyperus Papyrus	.										.
	Scirpus Tabernaem.	.	.									.
Liliaceae	Asparagus offic.										.	.
	Asphodelus luteus										.	.
	Ornithog. nutans										.	.
Dioscoreaceae	Dioscorea sinuata							.			.	
Zingiberaceae	Alpinia calcarata						.					.
Marantaceae	Thalia dealbata											.
Urticaceae	Parietaria judaica.	.	.[1]	.							.	
Aristolochiaceae	Aristoloch. Clem.										.	
Polygonaceae	Rumex maximimus.	.	.		7							.
Chenopodiaceae	Atriplex nitens	.	.				.	.			.	
	Beta trigyna	.						.			.	
	Chenopod. Quinoa	.			1		.		.		.	
	Salsola Kali	.	.				.				.	
Aizoaceae	Tetragonia echin.	.	.				.	.				.
Caryophyllaceae	Silene inflata						.				.	
Nymphaeaceae	Euryale ferox									1	.	
	Nymphaea coerulea.						.		.		.	
	Nymphaea Lotus								.		.	
	Victoria regia										.	
Ranunculaceae	Nigella sativa						.					.
Papaveraceae	Glaucium luteum						.	.				.
	Papaver somnifer.							.				.

Familie	Art	Frucht: Untersucht bei	Frucht, Pericarp: äußere Cuticula	Frucht, Pericarp: innere Cuticula	Frucht, Pericarp: verkorkte Zellreihen	Frucht, Pericarp: Bemerkungen	Same, Testa: äußere Cuticula	Same, Testa: Zwischencuticula	Same, Testa: innere Cuticula	Same, Testa: verkorkte Zellreihen	Same, Perisperm: cuticularisiert	Same, Endosperm: cuticularisiert
Cruciferae	Cochlearia offic.						.			1		.
	Senebiera Coronopus	.	.							1		.
Resedacea	Reseda luteola						.					.
Rosaceae	Comarum polastre	.								1		
Leguminosae	Cajanus indicus						.					
	Canavalia ensiformis.						.					.
	Medicago orbicul.						.					.
	Dolichos Catjang						.					
	Spartium Iunceum						.					.
Rutaceae	Ruta graveolens											.
Staphylaceae	Staphylea pinnata						.					.
Sapindaceae	Cardiosperm. Halik.						.			1	.	
Oenotheraceae	Iussieua angust.						.			1		
	Trapa natans	.								6		
	„ verbanensis	.								6		
Umbelliferae	Haloscias scoticum	.	.		2		.					.
Primulaceae	Primula japonica						.					.
	„ Auricula						.					.
Convolvulaceae	Pharbitis hispida											.
Polemoniaceae	Collomia coccinea						.					.
Hydrophyllaceae	Hydrolea spinosa						.					
Borraginaceae	Lithosperm. offic.	.					.					.
Solanaceae	Datura Stramon.						.					.
	Hyoscyamus albus						.					.
Scrophulariaceae	Digitalis purpurea									1		
	Linaria minor									1		
Cucurbitaceae	Ecballium Elaterium						.				.	
	Luffa acutangula										.	
Campanulaceae	Campanula rotund.											.
Compositae	Bidens grandiflora	.					.					.
	Helianthus annuus	.	.[1])				.					.
	Hieracium umbell.	.			1		.					.
	Xanthium spinos.	.	.		1		.					.
Farne	Acrostichum aureum.						Sporen: cutinisiert.					

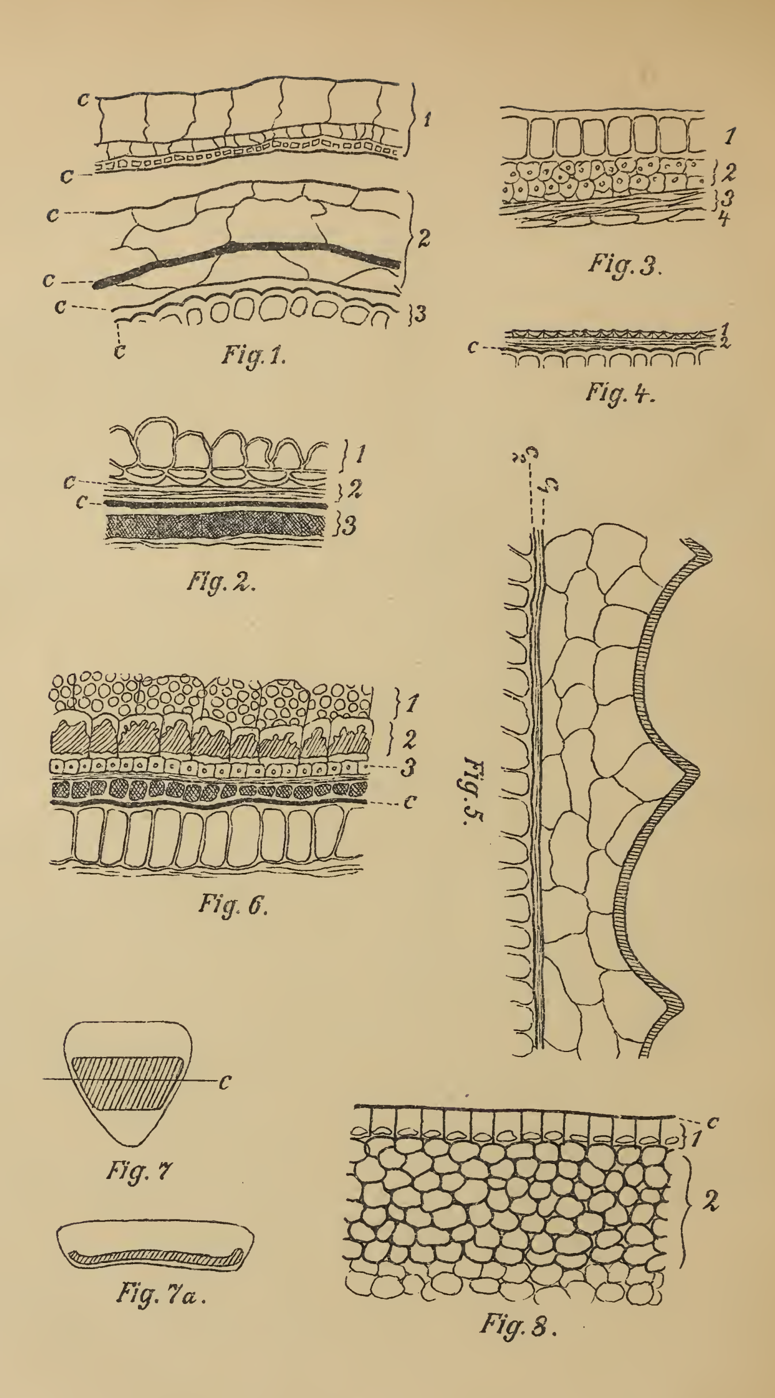


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7

Fig. 7a.

Fig. 8.

Figurenerklärung.

Fig. 1. **Alismataceae:** Sagittaria montevidensis (Pericarp und Testa quer

1: Pericarp; 2: Testa; 3: Endospermepidermis; c: Cuticula.

Fig. 2. **Butomaceae:** Limnocharis emarginata (Testa quer)

1: Epidermis; 2: obliterierte Zone; 3: Zellen mit netzfaserig verdickten Wandungen; c: Cuticula.

Fig. 3. **Cyperaceae:** Cyperus Papyrus (Pericarp quer)

1: Epidermis; 2: kleinlumige Schicht, stark lichtbrechend, Mittellamelle unkenntlich; 3: doppelkeil förmige Schicht; 4: dünnwandige Zellreihe.

Fig. 4. **Cyperaceae:** Scirpus Tabernaemontani (Testa quer)

1: Epidermis; 2: zusammengedrückte Zone; c: Cuticula des Endosperms.

Fig. 5. **Liliaceae:** Ornithogalum nutans (Testa quer)

c_1: Cuticula des Eikerns; c_2: Cuticula des Endosperms.

Fig. 6. **Aristolochiaceae:** Aristolochia Clematitis (Testa quer)

1: elastisches Gewebe; 2: Epidermis; 3: kleinlumige Schicht; c: Cuticula des Endosperms.

Fig. 7. **Aristolochiaceae:** A. Cl. schematisches Bild des Samens (elastisches Gewebe weiß, Same schraffiert).

Fig. 7a. **Aristolochiaceae:** Querschnitt durch der Samen von A Cl. in der Ebene c.

Fig. 8. **Polygonaceae:** Rumex maximus (Pericarp quer)

1: Epidermis; 2: verkorkte Schicht; c: Cuticula.

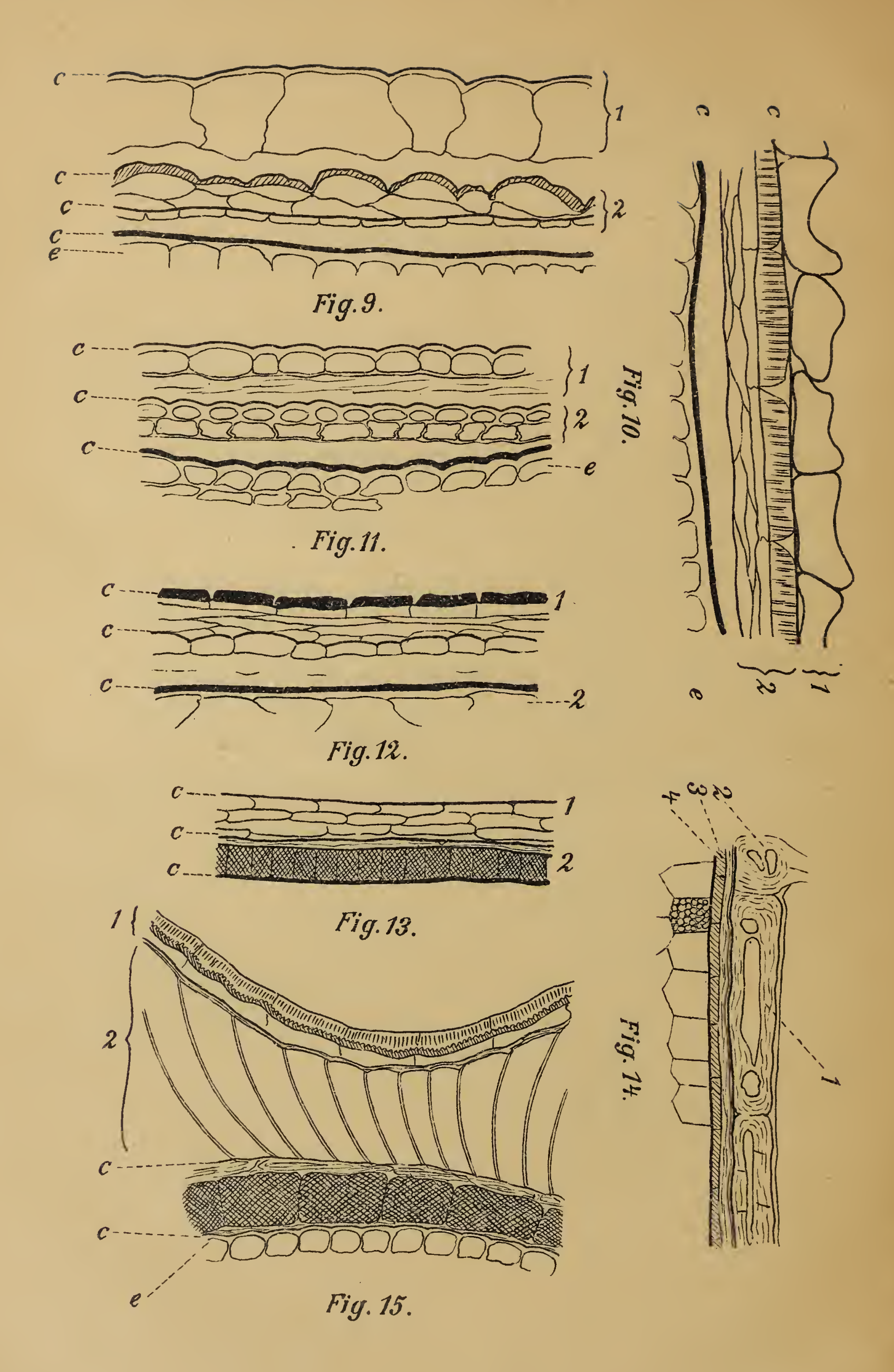


Fig. 9.

Fig. 10.

Fig. 11.

Fig. 12.

Fig. 13.

Fig. 14.

Fig. 15.

Fig. 9. **Chenopodiaceae:** Atriplex nitens (Pericarp und Testa quer)
1: Pericarp; 2: Testa; c: Cuticula; e: Perisperm.

Fig. 10. **Chenopodiaceae:** Chenopodium Quinoa (Pericarp und Testa quer)
1: Pericarp (verkorkt); 2: Testa; c: Cuticula; e: Perisperm.

Fig. 11. **Chenopodiaceae:** Salsola Kali (Pericarp und Testa, Schnitt durch den Kegelmantel)
1: Pericarp; 2: Testa; c: Cuticula; e: Perisperm.

Fig. 12. **Chenopodiaceae:** Beta trigyna (Testa quer)
1: Epidermis; 2: Perisperm; c: Cuticula.

Fig. 13. **Aizoaceae:** Tetragonia echinata (Testa quer)
1: Epidermis; 2: Zellen mit netzfaserig verdickten Wänden; c: Cuticula.

Fig. 14. **Nymphaeaceae:** Nymphae acoerulea (Testa quer)
1: Epidermis; 2: Haarzelle; 3: Pigmentschicht; 4: Cuticula der Innenfläche der Pigmentschicht + Cuticula des Perisperms.

Fig. 15. **Papaveraceae:** Glaucium luteum (Testa quer)
1: Epidermis mit Cuticula; 2: kristallführende Schicht (die Kammern sind nicht eingetragen); c: Cuticula; e: Endosperm.

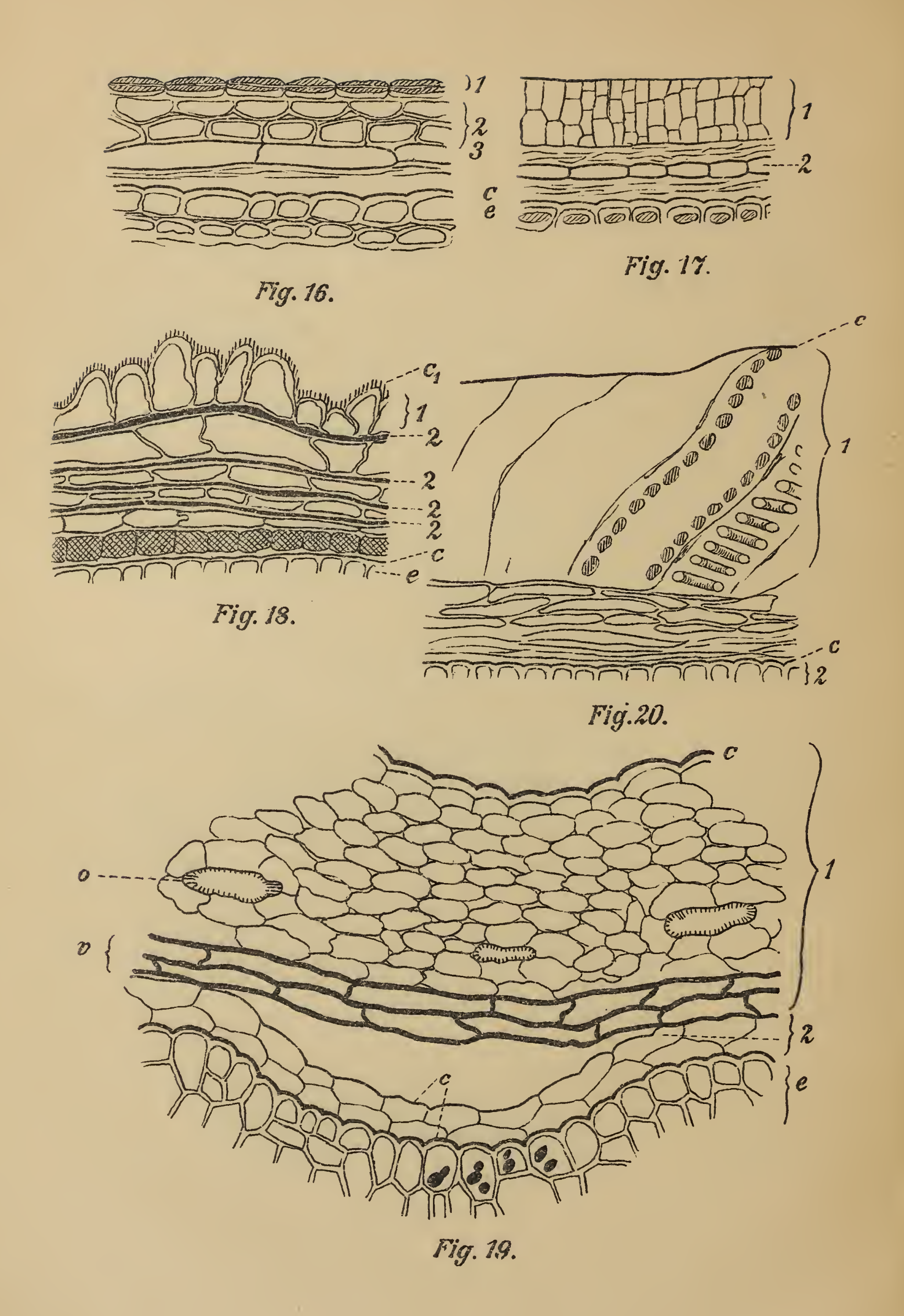

1
2
3
c
e
Fig. 16.
1
2
Fig. 17.
c₁
1
2
2
2
2
c
e
Fig. 18.
c
1
c
2
Fig. 20.
c
o
1
v
2
e
c
Fig. 19.

Fig. 16. **Cruciferae:** Senebiera Coronopus (Testa quer)
1: Epidermis; 2: verholzte Schichten; 3: verkorkte Schicht; e: Endosperm; c: Cuticula.

Fig. 17. **Rosaceae:** Comarum palustre (Testa quer)
1: farblose, inhaltlose Zellen; 2: verkorkte Zellreihe.

Fig. 18. **Rutaceae:** Ruta graveolens (Testa quer)
1: Epidermis; 2: gelbe, lichtbrechende Zone; c: Cuticula; c_1: Stäbchencuticula; e: Endosperm.

Fig. 19. **Umbelliferae:** Haloscias scoticum (Pericarp + Testa quer)
1: Pericarp; 2: Testa; e: Endosperm; c: Cuticula; v: verkorkte Zellreihen; o: Ölgang.

Fig. 20. **Polemoniaceae:** Collomia coccinea (Testa quer, nach Hofmeister)
1: Epidermis (links Durchmesserschnitt durch die Spiraltouren, rechts diese angeschnitten; 2: Endosperm; c: Cuticula.

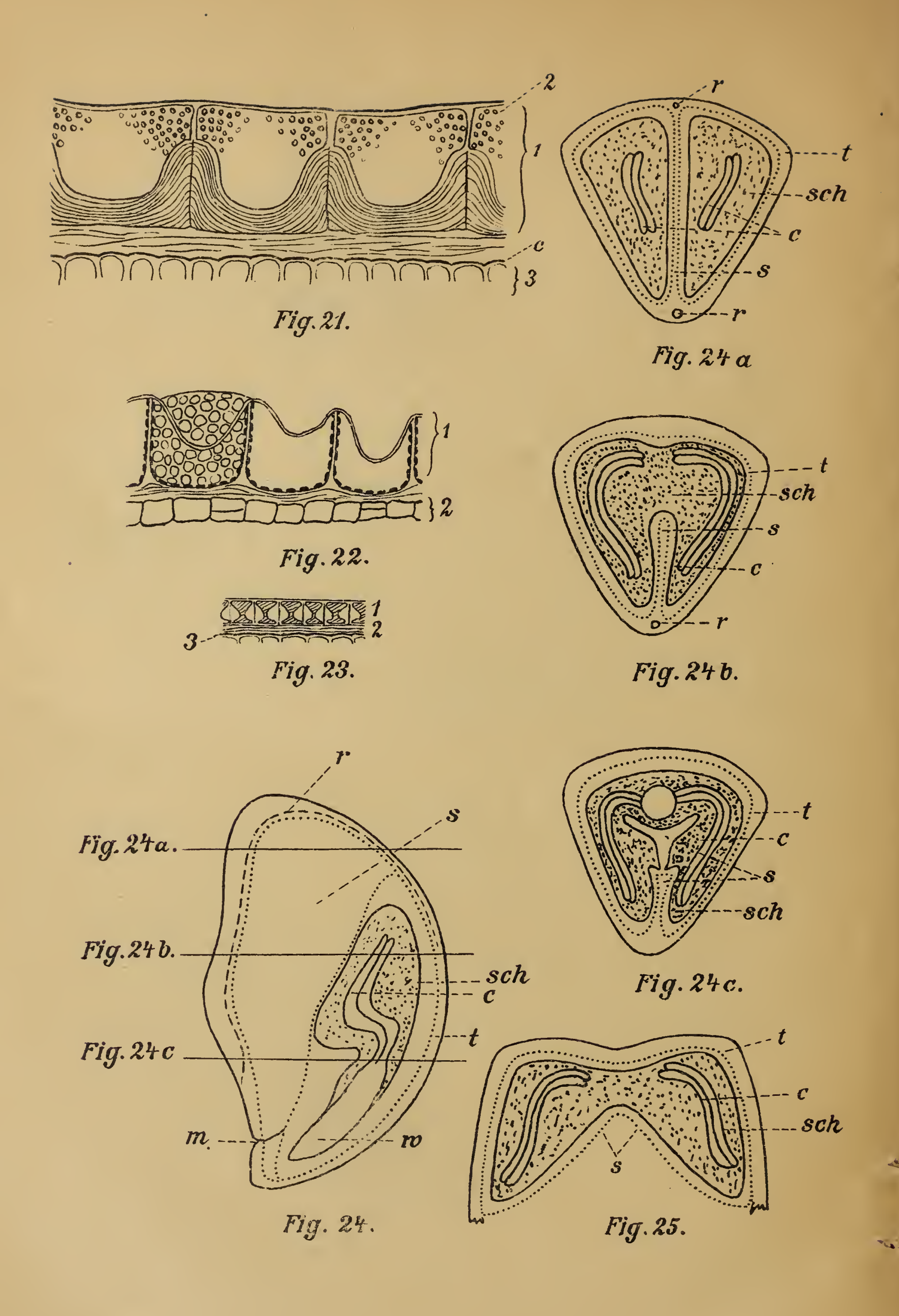


Fig. 21.

Fig. 24 a

Fig. 22.

Fig. 23.

Fig. 24 b.

Fig. 24 c.

Fig. 24.

Fig. 25.

Fig. 21. **Solanaceae:** Hyoscyamus albus (Testa quer, nach Schlotterbeck)
1: Epidermis; 2: grumöse Masse; 3: Endosperm; c: Cuticula.

Fig. 22. **Scrophulariaceae:** Digitalis purpurea (Testa quer)
1: Epidermis (eine Zelle zeigt die netzfaserige Verdickung ausgeführt; die Punkte an den Seitenwänden entsprechen den Ansatzstellen der Fasern); 2: verkorkte Zellreihe.

Fig. 23. **Campanulaceae:** Campanula rotundifolia (Testa quer)
1: Epidermis (Lumen schraffiert); 2: obliterierte Schicht; c: Cuticula des Endosperms.

Fig. 24. **Convolvulaceae:** Pharbitis hispida (nach Kaiser)
Same median halbiert; die punktierte Linie gibt den Verlauf der Cuticula des äußeren Endosperms (Perisperm?) an; r: Raphebündel; s: Septum; m: Mikropyle; sch: Schleimendosperm; c: Kotyledonen; w: Radicula; t: Testa. Die Horizontalstriche deuten die Schnittrichtungen der Figuren 24a — 24c an.

Fig. 25. **Convolvulaceae:** Ph. h. Diese Figur entspricht Fig. 24b und zeigt den Querschnitt des geplatzten Samens; s: die geöffnete Septumfalte.

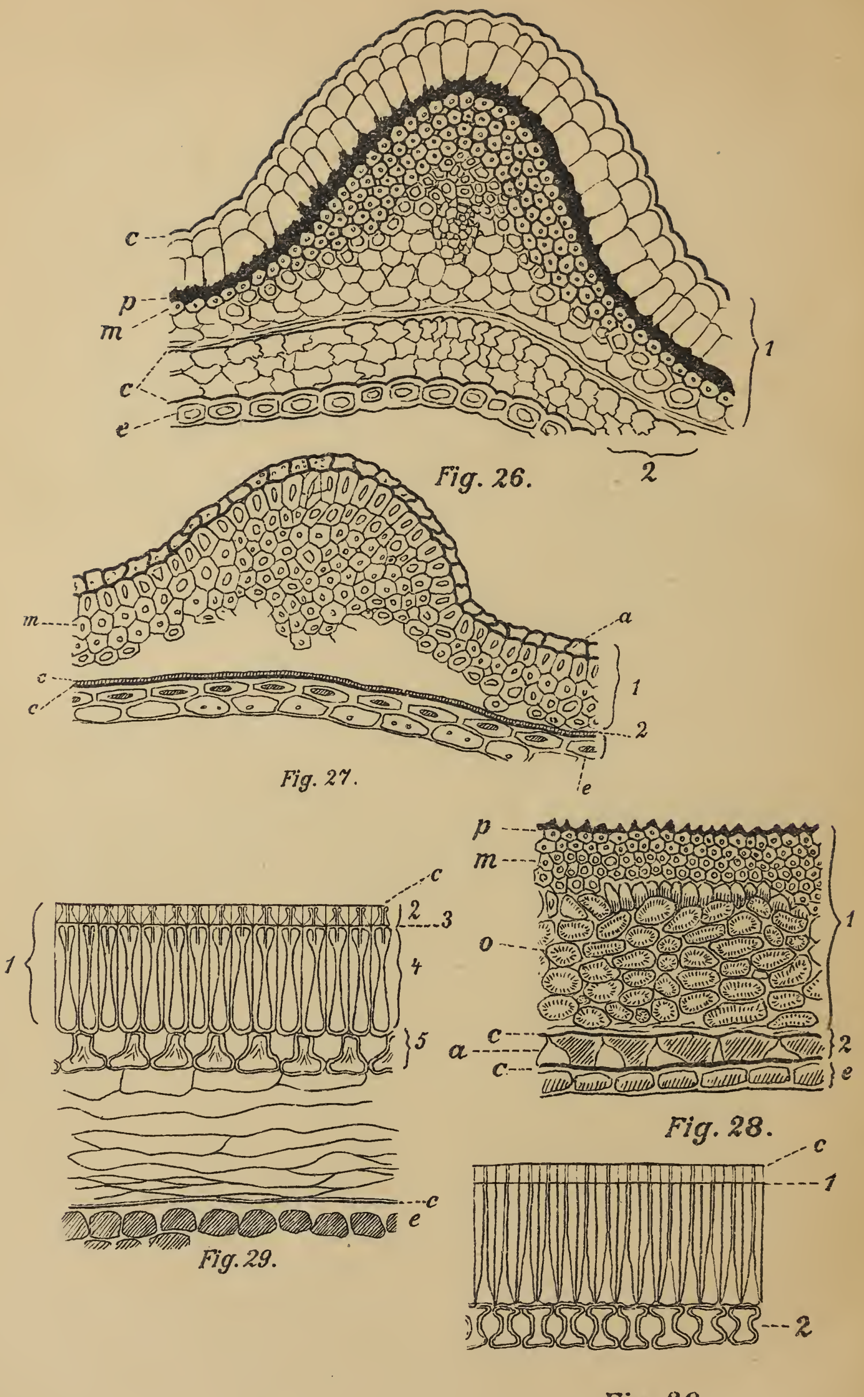


Fig. 26.

Fig. 27.

Fig. 28.

Fig. 29.

Fig. 30.

Fig. 26. **Compositae:** Bidens grandiflora (Pericarp + Testa quer)
1: Pericarp; 2: Testa; p: Pigmentschicht; m: mechanisches Gewebe; e: Endosperm; c: Cuticula.

Fig. 27. **Compositae:** Hieracium umbellatum (Pericarp + Testa quer)
1: Pericarp; 2: Testa; a: Epidermis; sonst wie bei Fig. 26.

Fig. 28. **Compositae:** Xanthium spinosum (Pericarp + Testa quer)
a: Epidermis; o: ölführendes Parenchym; sonst wie bei Fig. 26.

Fig. 29. **Leguminosae:** Medicago orbicularis (Testa quer)
1: Epidermis; 2: Zone der scheinbar cutinisierten Einbuchtungen; 3: Lichtlinie; 4: unterer Teil der Epidermiszellen; 5: halbsäulenförmige Zellen; e: Endospermepidermis; c: Cuticula.

Fig. 30. **Leguminosae:** Cajanus indicus (Testa quer, nur die äußersten beiden Zellreihen).
1: Lichtlinie; 2: Sanduhrzellen; c: Cuticula.

Lebenslauf.

Am 21. März 1891 wurde ich zu Wüstewaltersdorf (Bez. Breslau) geboren. Ich besuchte bis zum 9. Lebensjahr die Elementarschule meines Heimatortes, sodann das Realgymnasium zum hl. Geist in Breslau, das ich Ostern 1910 mit dem Zeugnis der Reife verließ. Von diesem Zeitpunkt an widmete ich mich in Göttingen dem Studium der Naturwissenschaften.

Allen meinen verehrten akademischen Lehrern spreche ich meinen verbindlichsten Dank aus, im besonderen Herrn Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. A. Peter für die Anregung zu der vorliegenden Arbeit und ihre stete Förderung.

In hohem Maße verpflichtet bin ich auch Herrn Direktor Dr. Krumbach-Rovigno für das mir bei Ausführung meiner Versuche stets bewiesene, hilfreiche Entgegenkommen. Es sei mir verstattet, auch an dieser Stelle meinem herzlichsten Dank Ausdruck zu geben.

Walter Rode.

